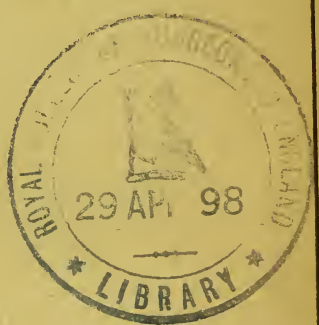
Das
physikalisch-chemische Institut
der
Universität Leipzig
und
die Feier seiner Eröffnung

am 3. Januar 1898

Von

Prof. Dr. W. Ostwald
Direktor des Instituts



Mit 2 Tafeln in Lichtdruck

Leipzig
Verlag von Wilhelm Engelmann
1898.

Preis für Abnehmer der Zeitschrift Mk. 1.60, sonst Mk. 2.40.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

ARBEITEN

DES

PHYSIKALISCH-CHEMISCHEN INSTITUTS

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

AUS DEN JAHREN 1887 BIS 1896

GESAMMELT UND HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. **WILHELM OSTWALD**

DIREKTOR DES INSTITUTS.

Vier Bände.

gr. 8. 1897. Geh. Mk. 36.—; geb. (in Halbfranz) Mk. 48.—.

Daraus einzeln:

Erster Band: 1. Allgemeines. 2. Die elektrische Leitfähigkeit gelöster Stoffe. 3. Die Dissociation der Säuren. 4. Die Dissociation der Basen. Mit 22 Textfiguren. geh. Mk. 11.—; geb. Mk. 14.—.

Zweiter Band: 5. Bestimmung von Molekulargewichten. 6. Das homogene Gleichgewicht. 7. Das heterogene Gleichgewicht. 8. Reaktionsgeschwindigkeit. Mit 48 Textfiguren. geh. Mk. 10.—; geb. Mk. 13.—.

Dritter Band: 9. Kontaktpotentiale. 10. Theorie der Kette. 11. Anwendung der Theorie der Kette. 12. Polarisation. Mit 79 Textfiguren. geh. Mk. 12.—; geb. Mk. 15.—.

Vierter Band: 13. Innere Reibung und Diffusion. 14. Optische Verhältnisse. 15. Thermische- und Volumverhältnisse. 16. Physikochemische Untersuchung einzelner Stoffgruppen. Verschiedenes Mit 38 Textfiguren. geh. Mk. 11.—; geb. Mk. 14.—.

Studien zur chemischen Dynamik

nach

J. H. van't Hoff's

Etudes de dynamique chimique

bearbeitet von

Dr. Ernst Cohen

Assistent am chem. Universitätslaboratorium zu Amsterdam.

Mit einem Vorwort von Prof. Dr. **J. H. van't Hoff** und 49 Figuren im Text.

gr. 8. 1896. M. 6.—.

Das
physikalisch-chemische Institut
der
Universität Leipzig
und
die Feier seiner Eröffnung

am 3. Januar 1898

Von

Prof. Dr. W. Ostwald
Direktor des Instituts

Mit 2 Tafeln in Lichtdruck

Leipzig
Verlag von Wilhelm Engelmann
1898.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.

1. Vorgeschichte.

Die physikalische Chemie kann an der Leipziger Universität auf eine reichere Entwickelungsgeschichte zurückschauen, als an irgend einem anderen Orte. Zwar wird Heidelberg, wo Kopp seit 1864 gewirkt hatte, unserer Universität den Ruhm streitig machen dürfen, die erste gewesen zu sein, an welcher überhaupt ein Lehrstuhl für diesen Zweig des Wissens bestanden hat. Während aber zwar Kopp der erste Vertreter der physikalischen Chemie als eines besonderen Wissensgebietes genannt werden kann, so war doch seine Thätigkeit in Heidelberg die eines Forschers und nicht die eines Laboratoriumslehrers. Es ist wohlbekannt, mit wie geringfügigen Hilfsmitteln Kopp seine Arbeiten auszuführen wusste; scheint doch die Sage, dass er das Kalorimeter für seine umfassenden Messungen specifischer Wärmen aus einer messingenen Zündholzdose hergestellt habe, mehr als eine scherzhafte Kennzeichnung seiner experimentellen Anspruchslosigkeit zu sein. Damit stand im Zusammenhange, dass er weder in der Lage war, noch wohl auch die Neigung gehabt hat, einen Kreis von unmittelbaren Schülern in sein Forschungsgebiet einzuführen; in der That wüsste ich ausser dem Engländer Thorpe keinen anzuführen, der in solchem Sinne als ein Schüler Kopps zu bezeichnen wäre.

Zu der Zeit, als zu Anfang der siebziger Jahre das in Leipzig von Otto Linné Erdmann erbaute und seiner Zeit als ein Prachtinstitut ersten Ranges angesehene chemische Laboratorium an der ersten Bürgerschule von Hermann Kolbe als ungenügend befunden und durch den ausgezeichneten Neubau ersetzt wurde, welcher noch jetzt das chemische Laboratorium wesentlich zur Zufriedenheit aller Betheiligten beherbergt, dachte kaum jemand daran, dass die physikalische Chemie überhaupt ein beachtenswerter Zweig der Chemie sei oder werden könne. Um so mehr muss man die Sicherheit bewundern, mit welcher zu dieser Zeit die mass-

gebenden Personen in der königlichen Staatsregierung und an der Universität die spätere Entwickelung voraussahen. Das freigewordene Laboratorium sollte der physikalischen Chemie gewidmet werden, und an Hermann Kopp erging zunächst der Ruf, seine Kraft der Pflege dieser Wissenschaft in Leipzig zu widmen. Kopp lehnte ab; er soll dies später lebhaft bedauert haben. An seiner Stelle wurde Gustav Wiedemann berufen, und dieser Forscher begründete 1871 in den Räumen des ehemaligen Erdmannschen Laboratoriums das erste Unterrichtslaboratorium für physikalische Chemie.

Es ist hier nicht der Ort, die grosse Reihe interessanter und wichtiger Untersuchungen aufzuzählen, die aus diesem Laboratorium hervorgegangen sind. Das wesentliche ist, dass ausser dem Leiter eine allmählich wachsende Anzahl von eifrigen und begabten Schülern, unter denen insbesondere sein Sohn Eilhard zu nennen ist, durch ihre Arbeiten ein Zeugnis davon gaben, dass zu einer Zeit, wo das ganze Interesse der Chemiker auf die Erforschung der organischen Verbindungen gerichtet zu sein schien, die Wichtigkeit jenes vernachlässigten Zweiges wenigstens einem kleineren Kreise von Forschern gegenwärtig war. So bildete sich in Leipzig langsam eine Tradition für dieses Gebiet aus, die ihre Wirksamkeit sofort bewährte, als die äusseren und inneren Umstände der physikalischen Chemie einen günstigen Boden bereiteten.

Als im Jahre 1887 der Lehrstuhl der Physik durch den Rücktritt Hankels frei wurde, folgte Gustav Wiedemann dem Zuge, der sich bei so vielen der physikalischen Richtung angehörigen Chemikern gezeigt hat: er ging ganz zur Physik über. Auf den erledigten Lehrstuhl wurde, nachdem Versuche, ältere und würdigere Vertreter zu gewinnen, nicht zum Ziele geführt hatten, der Schreiber dieser Zeilen berufen.

Gleichzeitig musste die physikalische Chemie ihr Heim wechseln. Bei Gelegenheit der Berufungsverhandlungen waren die grossen Übelstände, die dem für andere Betriebsformen gebauten Erdmannschen Laboratorium anhafteten, zu Tage getreten, so dass die sächsische Staatsregierung den Anlass eines gleichzeitigen Rücktrittes des Agrikulturchemikers Wilhelm Knop von seinem Amte benutzte, um das 1880 für diesen erbaute Unterrichtslaboratorium von etwa 50 Arbeitsplätzen der physikalischen Chemie zuzuwenden. Hier, in dem Gebäude des landwirtschaftlichen Institutes, Brüderstrasse 34, haben sich die nächsten zehn Jahre physikalischer Chemie abgespielt, die in dem laufenden Semester durch die Übersiedlung in das dritte, dauernde Heim abgeschlossen worden sind.

Noch um jene Zeit erschien es als ein einigermassen kühner Schritt, ein ganzes Institut allein der physikalischen Chemie zu widmen, und so wurde dieser noch der Unterricht in den Fächern der elementaren chemischen Ausbildung, der qualitativen und quantitativen Analyse, sowie präparativen Arbeiten angegliedert. Die weitere Zuweisung eines Theils der pharmaceutischen Ausbildung an das Laboratorium geschah wesentlich aus äusseren Gründen, da sich sonst keine Gelegenheit hierfür ergeben wollte. Die Gesamtanstalt erhielt den Namen des zweiten chemischen Laboratoriums.

In der That erschien die Vorsicht als sehr gerechtfertigt, da sich für die Zwecke der physikalischen Chemie im ersten Semester nur zwei Praktikanten meldeten, die sich am Schlusse des zweiten Semesters auf einen einzigen reduziert hatten. Aber das dritte Semester brachte acht, das vierte dreizehn physikalische Chemiker, und seitdem ist die Zahl weiter angewachsen, bis sie sich in den letzten Jahren in der Nähe von dreissig gehalten hat, die das Maximum an Unterkunftsmöglichkeit darstellt, das sich in den vorhandenen Räumen erzielen liess. Gleichzeitig stellte sich eine regelmässige Frequenz der vorbereitenden Abteilung und der pharmaceutischen her, und bald genug merkte man nur zu deutlich, dass in dem für fünfzig Praktikanten gebauten Institut die doppelte Zahl unterrichtet werden musste.

Die zweite, grössere Hälfte dieses zehnjährigen Zeitraumes ist daher angefüllt mit einzelnen Versuchen, die vorhandenen Räume mehr und mehr auszunutzen. Ein kleinerer Hörsaal wurde zum Arbeitsraum eingerichtet, ebenso der Korridor, so weit es das Licht zuliess, schliesslich wurde auch die bisherige Dienerwohnung im Kellergeschoss in Arbeitsräume verwandelt. Alle diese Auskünfte halfen aber nur zeitweilig; immer erschien noch ein letzter und allerletzter Praktikant, der untergebracht sein und sich mit einem Minimum an Platz und Bequemlichkeit zufrieden geben wollte.

Gleichzeitig machte sich eine grosse Zahl anderer Übelstände geltend, die in der Beschaffenheit des Baues lagen und sich daraus ergeben hatten, dass bei der Errichtung des agrikulturchemischen Laboratoriums auf die Bedürfnisse der physikalischen Chemie naturgemäss keine Rücksicht genommen worden war. Erschütterungsfreie Aufstellungen fehlten ganz, und die Heizung der Zimmer durch einzelne Öfen brachte einen schier unerträglichen, für die feineren Messinstrumente höchst verderblichen Staub hervor. Die Enge des Raumes zwang uns, auf die Benutzung von Apparaten, die mit Fernrohr und Skala abgelesen wurden, z. B. bei den elektrischen Arbeiten, fast ganz zu verzichten; für ein

photographisches Dunkelzimmer war kein Raum zu beschaffen, und was der Klagen mehr waren. Gleichzeitig häuften sich die Arbeiten im Laboratorium; glückliche Umstände, die hier nicht zu erörtern sind, gaben ihnen ein in weitere Kreise reichendes Interesse, und wenn der in letzter Zeit immer häufiger erscheinende wissenschaftliche Besuch den Rundgang durch das Laboratorium gemacht hatte, erfolgte mit grosser Regelmässigkeit die erstaunte Bemerkung: und in diesen Räumen haben Sie und Ihre Schüler Ihre Arbeiten machen können?

Es ist natürlich, dass der Leiter des Instituts um Abhilfe nachsuchte, und er darf mit lebhaftestem Danke hervorheben, dass es ihm an Entgegenkommen seitens der Staatsregierung nicht gefehlt hat. Aber die einzelnen Verbesserungen halfen nur den dringendsten Notständen ab, und es musste der vorgesetzten Behörde gegenüber schon bald die Ansicht vertreten werden, dass nur durch einen Neubau ein wirklich geeignetes Institut geschaffen werden konnte.

Dass ein solcher Entschluss nicht ohne weiteres gefasst werden durfte, ist ersichtlich. Das plötzliche Ansteigen des Interesses für die physikalische Chemie konnte ja eine vorübergehende Erscheinung sein, und ebenso schnell wieder einem Absteigen Platz machen. Hierüber konnte nur die Erfahrung entscheiden, und sie that es bald genug. Nach dem Leipziger Vorbilde entstanden bald an anderen Universitäten Laboratorien, die vorwiegend oder ausschliesslich für die Pflege der physikalischen Chemie bestimmt waren, und alle waren bald ebenso vollzählig mit eifrigen Schülern besetzt. Gleichzeitig entwickelte sich mit erstaunlicher Schnelligkeit ein neuer Zweig der angewandten Elektrik, die technische Elektrochemie, deren wissenschaftliche Grundlagen ganz und gar im Gebiete der physikalischen Chemie liegen, so dass über die dauernde Bedeutung unserer Wissenschaft bald jeder Zweifel verschwand. So zögerte denn auch die königl. sächsische Staatsregierung nicht länger, und mit der Opferfreudigkeit für die Pflege der Wissenschaft, die den sächsischen Landtag von jeher ausgezeichnet hat, wurden auf Antrag Seiner Excellenz, des königl. Staatsministers von Seydewitz die Mittel für einen allen Anforderungen entsprechenden Neubau bewilligt, der als physikalisch-chemisches Institut der Pflege dieses Gebietes in erster Linie dienen sollte. Im Frühling 1896 geschah der erste Spatenstich, und im Herbst 1897 konnte das neue Institut dem stetigen Betriebe übergeben werden.

2. Allgemeine Anordnung.

Bei der Planung des neuen Instituts entstand zunächst die Frage, ob es ausschliesslich für physikochemische Zwecke bestimmt, oder ob der am bisherigen zweiten chemischen Laboratorium vorhanden gewesene Unterricht in der analytischen und präparativen Chemie beibehalten werden sollte. Naheliegende Erwägungen liessen die Entscheidung im letzten Sinne ausfallen. Die Erfahrung hatte gezeigt, dass die jungen Chemiker, die nach Erlernung der üblichen analytischen und präparativen Grundlagen mit einer Dissertation aus der physikalischen Chemie promoviert worden waren, von der Technik gern aufgenommen wurden und gute und erfolgreiche Thätigkeit fanden. Es war somit wünschenswert, denen, die sich von vornherein für diese Laufbahn bestimmten, die Gelegenheit zu geben, ihre vollständige chemische Ausbildung in dem Institut zu finden. Noch dringender ergab sich die Notwendigkeit einer analytischen Abteilung daraus, dass unsere studierenden Chemiker bisher keinen anderen Nachweis über den Grad der erlangten analytischen Ausbildung beizubringen in der Lage waren, als ihre mündliche Mitteilung, sie hätten dies oder das erledigt. Nun wird jedem Laboratoriumslehrer bekannt sein, wie häufige und grosse Selbsttäuschungen in diesen Beziehungen vorkommen. Es ist unbedingt nötig, derartige Angaben zu prüfen, und um dies zu thun, und die meist vorhandenen Lücken ausfüllen zu lassen, ist wieder die analytische Abteilung unentbehrlich. Denn auch in der physikalischen Chemie ist eine zuverlässige und erfolgreiche Arbeit ohne sichere Kenntnis des analytischen Handwerkszeuges nicht zu erreichen, und manche Arbeit auf dem Gebiete, die von sonst sehr tüchtigen Nichtchemikern ausgeführt worden ist, hat durch Mängel in analytischer Richtung den besten Teil ihres Wertes eingebüsst.

Ähnliche Gründe sprachen für die Beibehaltung der präparativen Übungen. Die Klasse von chemischen Erscheinungen, die der Anfänger in der analytischen Chemie kennen lernt, ist ziemlich beschränkt, und zur erfolgreichen Beurteilung chemischer Vorgänge überhaupt ist eine Kenntnis anderer Reaktionen, wie sie namentlich die organische Chemie in so reicher Fülle bietet, unentbehrlich. Es ist mit anderen Worten für den Physikochemiker unerlässlich, sich eine bestimmte Summe konkreter chemischer Anschauungen zu sammeln, damit nicht später bei der so reizvollen Beschäftigung mit der sich schnell entwickelnden theoretischen oder mathematischen Chemie allmählich die chemische und mathematische Formel an die Stelle der lebendigen Anschauung vom

Wandel der Stoffe tritt. Gewisse Zweige der mathematischen Physik lassen die hier obwaltenden Gefahren deutlich erkennen und ihnen zu begegnen, giebt es kein besseres Mittel, als die möglichst innige Berührung mit der unendlichen Mannigfaltigkeit der natürlichen Erscheinungen.

Daraus ergab sich denn als Grundlage für den Entwurf die Zweiteilung des Instituts in einen chemisch-analytischen und einen physikochemischen Teil, und damit auch die räumliche Gliederung in das chemische Ober- und das physikalische Untergeschoss. Die Chemie war nach oben zu legen, damit die unvermeidlichen Gase und Dämpfe ihren Abzug finden konnten, ohne unterwegs die Möglichkeit zu haben, Schaden anzurichten; die Physik beanspruchte umgekehrt das Erdgeschoss wegen der festen Aufstellungen. Die weitere Gliederung war durch die gestreckte Gestalt des zur Verfügung stehenden Bauplatzes vorgeschrieben. Die wichtige Wohnhausfrage wurde dahin entschieden, dass ein solches unabhängig vom Laboratorium zu errichten war; dadurch, dass es nach der Strasse zu gelegt wurde, während das Institut auf die Rückseite des Bauplatzes geschoben ward, konnte naheliegenden Bedürfnissen beiderseits Rechnung getragen werden.

Der für das Institut gewählte Baugrund liegt an der neugeschaffenen Linnéstrasse im Osten der Stadt und bildet gegenwärtig den vorgeschobensten Posten in der Reihe der naturwissenschaftlichen und medizinischen Anstalten, welche sich an der Liebigstrasse (deren Fortsetzung die Linnéstrasse ist) hinziehen. Er erstreckt sich nord-südlich mit der Langseite nach der Strassenrichtung, und ist im Norden und Westen von dem botanischen Garten begrenzt; im Osten schliesst sich ein dem Universitätsfiskus gehöriges, zur Zeit unbebautes Gelände an. Die Gegenseite der Strasse wird durch die Grenzmauer des Johannisfriedhofes gebildet. Durch diese Lage ist die für das Institut so wichtige Freiheit von Erschütterungen durch den Strassenverkehr in hohem Masse gesichert; ebenso ist eine Störung durch die Errichtung von Fabriken oder dergleichen, oder eine Beschränkung von Luft und Licht durch Bauten in der nächsten Nachbarschaft für absehbare Zeit ganz ausgeschlossen. Ein gewisser Nachteil, der in der Entfernung des Institutes von der Universität und der inneren Stadt liegt, wird durch die bevorstehende Eröffnung einer elektrischen Strassenbahn in der drei Minuten entfernten Johannisallee ausgeglichen; auch veranlasst diese Lage manchen Praktikanten zur Benutzung des Fahrrades, was auch in gewissem Sinne als ein Vorteil aufzufassen ist.

Nach diesen Gesichtspunkten wurde vom königl. Rentamte der Universität, insbesondere vom Universitätsbauinspektor Herrn J. Mosch der Bauplan entworfen, der auf Tafel I und II zur Darstellung gebracht ist.

3. Die physikalische Abteilung.

Das Untergeschoss zerfällt zunächst in die beiden Seitenflügel und das verbindende Langgeschoss. Im südlichen Flügel ist der grosse physikalische Arbeitssaal von 12·8 × 11·4 m untergebracht, welcher reichlichen Raum für 24 Praktikanten hat, die teils physikochemische Übungen machen, teils bereits in selbständigen Untersuchungen begriffen sind. Die Arbeitstische laufen, wie ersichtlich, an den drei Fensterwänden entlang; ausserdem sind deren zwei in der Mitte angebracht. Die beiden letzteren stehen auf grossen Mauerblöcken, die vom übrigen Fussboden isoliert sind, und gestatten daher auch empfindlichere Apparate aufzustellen. Der westliche von den beiden Mitteltischen hat nicht die Form eines gewöhnlichen Schranktisches, sondern enthält in die Platte eingelassen einen kupfernen, innen verzinnten Kasten von 370 × 80 × 45 cm, der mit Wasser gefüllt und mit zwei Toluol-Thermoregulatoren versehen ist. Die 1332 Liter Wasser, welche er enthält, werden durch zwei mit den erwähnten Regulatoren verbundene Reihenbrenner bei konstanter Temperatur erhalten; ein seitlich angebrachter Rührer von der Form einer Schiffsschraube, der durch einen elektrischen Motor angetrieben wird, bewirkt eine kräftige Durchmischung des Wassers und die ganze Einrichtung sichert voraussichtlich eine Temperaturkonstanz von einem Hundertstelgrad für Wochen und Monate.

Um einerseits die Verdunstung zu hemmen, andererseits ein bequemes Arbeiten in dem Bade zu ermöglichen, ist der Wasserkasten mit einem Rahmen aus Winkeleisen überdeckt, in welchem Glasplatten liegen. Durch Verschiebung oder Entfernung dieser Platten lassen sich beliebige Stellen des Bades für das Einsenken von Apparaten freimachen; andererseits gewährt der Rahmen die Möglichkeit, an jeder Stelle auch schwerere Apparate unmittelbar über dem Bade aufzustellen. Gegen das Rosten ist der Rahmen durch einen Anstrich von Leinöl und Zinkstaub geschützt.

Der Motor, welcher den Rührer treibt, ist von Heinrici in Zwickau geliefert worden. Er besitzt einen verhältnismässig schweren Doppel-T-Anker und ist für die Spannung der Hausleitung von 10 Volt gewickelt. Sein Energieverbrauch ist sehr gering, da er bei Belastung

nicht mehr als 0·7 bis 1·0 Amp., also 7 bis 10 Watt aufnimmt. Derartige Motoren sind im Laboratorium vielfach im Gebrauch, da sie wohlfeil sind und sehr sicher arbeiten. Der kleine Nachteil, dass sie bei ungünstiger Lage des Ankers nicht selbstthätig angehen, kommt wenig in Betracht, da sie andererseits wegen der Masse des Ankers nicht leicht aussetzen. Da sie für die meisten Zwecke zu schnell gehen, habe ich die Achse mit einem Schraubengewinde versehen lassen, das in ein Zahnrad greift, welches auf 30 Umdrehungen der Hauptachse nur eine macht. Indem der Träger dieses Zahnrades (an welchem sich zwei Schnurscheiben von verschiedenem Durchmesser befinden) um die Hauptachse drehbar angeordnet ist, kann man die Ebene der Schnurscheiben in jede beliebige Lage zur Horizontalen bringen und dort festklemmen, so dass man das lästige Kreuzen der Treibschnuren bei der Verbindung mit anderen Apparaten ganz vermeiden kann. Durch diese Übersetzung erfolgt die langsame Bewegung mit solcher Kraft, dass es schwer hält, die kleine Maschine an der entsprechenden Schnurscheibe mit der Hand zu bremsen.

An diesem grossen Wasserbade können sechs bis acht Praktikanten bequem nebeneinander arbeiten; es dient für Untersuchungen, die eine länger währende Unveränderlichkeit der Temperatur verlangen, wie die Messung von Reaktionsgeschwindigkeiten, die Herstellung von chemischen Gleichgewichtszuständen u. dergl.

Die Arbeitsplätze sind 2 bis 4 m lang. Die Tische befinden sich auf Schränken. Um deren untere Teile, die schlecht zugänglich sind, ausnutzen zu können, befinden sich darin passende freie Böden mit Rand und Griffen, ähnlich einem Theebrett, welche den ganzen Inhalt leicht herauszuheben gestatten. Unter der Tischplatte sind ausziehbare Tafeln angebracht, welche zum Auflegen des Beobachtungsheftes dienen. Auf den Tischen ist reichlich für Gas, Wasser und elektrische Energie gesorgt; über die elektrische Anlage folgt das nähere weiter unten.

Im grossen Arbeitssaale befindet sich ausserdem noch ein grosser achteckiger Abzug für Arbeiten, bei denen sich Gase oder Dämpfe entwickeln. Dieser Abzug hat seine ungewöhnliche Form erhalten, um von allen Seiten benutzbar zu sein. Der Raum ist oben durch ein Thonrohr mit dem in der Wand enthaltenen Schlot verbunden; er ist von allen Seiten durch Schiebefenster mit Excenterklinken[1]) zugänglich und im Inneren durch acht radial angeordnete Glastafeln in Rahmen, die bis zur halben Höhe reichen, in ebensoviele gesonderte Abteilungen von

[1]) Vgl. Zeitschr. f. analyt. Chemie **31**, 180 (1892).

dreieckigem Grundriss geschieden. Da die Seiten dieser Dreiecke 45×55×55 cm betragen, so bietet jeder Abteil genügend Raum für die gewöhnlichen analytischen Arbeiten. Ist für besondere Zwecke mehr Raum erforderlich, so lassen sich durch Herausnehmen der Glastafeln, die durch einfache Vorstecker gehalten werden, beliebig viele Abteilungen zu einem zusammenhängenden Raume verbinden.

In dem grossen Arbeitssaale befinden sich ferner Dampfauslässe, einige Schränke, grosse Spülwannen, Wasserluftpumpen, gröbere und feinere Wagen, ein aus lackiertem Eisen und Rohglasplatten erbautes Gestell für die wichtigsten Reagentien, schwarze Wandtafeln und eine Anzahl weiterer kleiner Einrichtungen. Von diesen wäre noch das Wandbrett mit Feilen, Hämmern, Zangen, Lötzeug und anderem Handwerksgerät zu erwähnen. Um das Verschleppen der Gegenstände zu verhindern, ist der Ort jedes Geräts im Umriss auf dem Brett kenntlich gemacht; man kann also auf einen Blick sehen, ob alles an Ort und Stelle ist, oder welche Stücke fehlen. Der Plan der Ausstattung des grossen Arbeitssaales ist so entworfen, dass die meisten vorkommenden Arbeiten in dem Raume ausgeführt werden können, ohne dass man ihn zu verlassen braucht.

Der Fussboden des grossen Arbeitssaales ist wie das ganze Untergeschoss mit Linoleum auf massivem Cementunterguss belegt. Diese Anordnung gewährt eine grosse Freiheit von Erschütterungen, und wirkt ausserdem durch die Beseitigung des Geräusches beim Gehen ausserordentlich angenehm. Sie trägt wesentlich dazu bei, das Nebeneinanderarbeiten einer so grossen Zahl von Praktikanten, deren grösserer Teil mit selbständigen Arbeiten beschäftigt ist, die eine gewisse Ruhe und Ungestörtheit verlangen, in einem Raume zu ermöglichen. Dadurch lassen sich die grossen Vorteile für die gegenseitige Ausbildung, die in solchem Zusammenarbeiten liegen, gewinnen, ohne dass erhebliche Nachteile in den Kauf zu nehmen sind.

Neben dem grossen Arbeitssaale liegen die Räume 2 bis 4. Von diesen ist 2 das Arbeitszimmer des Assistenten, dem die Beaufsichtigung des grossen Saales obliegt. Es enthält die gewöhnliche Einrichtung mit Experimentier- und Schreibtisch; auch ist ein isolierter Mauerpfeiler für erschütterungsfreie Aufstellungen vorhanden.

Nr. 3 ist ein Sammlungszimmer, in welchem die im grossen Saale gebrauchten Apparate aufbewahrt werden. Die Verwaltung dieser Sammlung geschieht nach dem Prinzip des allgemeinen Vertrauens, d. h. es befindet sich bei jedem Schrank ein Buch, in welchem der Praktikant, der nach Rücksprache mit dem Direktor oder einem Assistenten einen

Apparat entnimmt, seinen Namen mit Angabe des Apparates und des Datums einträgt; bringt er ihn wieder zurück, so streicht er die Aufzeichnung aus, doch so, dass sie noch lesbar bleibt. Es hat sich nach den bisherigen Erfahrungen noch kein wesentlicher Übelstand aus dieser Praxis ergeben; vielmehr glaube ich, dass dadurch ein allgemeines Gefühl der Verantwortlichkeit für den guten Stand aller Instrumente wach gerufen wird. Die grosse Erleichterung der Verwaltung, die sich dadurch erzielen lässt, braucht kaum erwähnt zu werden.

In Nr. 4 ist die Bibliothek untergebracht. Das Zimmer ist geräumig und durch die Ausstattung mit etwas bequemeren Möbeln besonders freundlich und einladend eingerichtet. Es dient nicht nur für die Benutzung der darin aufgestellten Bücherei, die neben den Institutsbüchern einen Teil der dem Direktor gehörigen Privatbibliothek zum allgemeinen Gebrauch enthält, sondern sie wird auch für die Ausführung weitläufigerer Rechnungen, für Überlegungen, die mit Tinte und Papier besser gehen, als ohne diese Waffen und für Schreibarbeit aller Art von den Praktikanten aufgesucht. Die Benutzung der Bücherei ist für jeden Praktikanten frei; ja es wird als ein wichtiger Teil der wissenschaftlichen Erziehung angesehen, dem künftigen Forscher die zweckmässige und vollständige Aufsuchung der über bestimmte Fragen vorhandenen Litteratur auf Grund der vorhandenen litterarischen Hilfsmittel beizubringen, und so steht denn in der That dieser Raum in lebhaftem Gebrauche.

Nr. 5 ist als „Leitungszimmer“ bezeichnet. Es enthält ein grosses Wasserbad von ähnlicher Einrichtung, wie das im grossen Saale, nur etwas kleiner, $200 \times 80 \times 45$ cm, in den Abmessungen. Es soll wesentlich zur Ausführung von Messungen der elektrischen Leitfähigkeit mit dem Telephon benutzt werden, welche im grossen Saale wegen der vielen Anwesenden nicht ungestört genug erledigt werden können. Ebenso soll es für den Direktor, dessen Privatlaboratorium daneben liegt, Gelegenheit zu Versuchen im Thermostaten bieten.

Das Privatlaboratorium des Direktors befindet sich in Nr. 6. Es ist ein zweifenstriger Raum mit einem auf einem Mauerblock isolierten Arbeitstische gewöhnlicher Form in der Mitte, den erforderlichen Schränken u. s. w. Um die Arbeitsplätze an den Fenstern zweckmässig auszunutzen, ohne für die sehr verschiedenartigen Arbeiten, wie sie die physikalische Chemie mit sich bringt, durch feststehende Einrichtungen die erforderliche Beweglichkeit und Mannigfaltigkeit aufzuheben, ist hier und in den weiteren Arbeitszimmern der physikalischen Abteilung folgende Anordnung getroffen.

Längs der Wände laufen in der Höhe von 40 und 75 cm über dem Boden zwei starke Schienen von Winkeleisen, die mit der Wand durch eiserne Träger auf das beste verbunden sind. An diesen Schienen gleiten Konsolen auf eisernen Trägern, deren Platte aus Eichenholz besteht, und deren Träger so verstrebt sind, dass das Ganze in hohem Masse starr ist. Die Tischplatten sind 100 cm lang und 60 cm breit; sie liegen in gleicher Höhe, wie die eichenen Fensterbretter, und sind hinten und an den Seiten so bearbeitet, dass sie nicht nur an die Fensterbretter ohne Lücke schliessen, sondern dass man auch durch Zusammenschieben mehrerer Konsolen einen beliebig langen, wesentlich lückenfreien Tisch herstellen kann[1]). Auf diese Weise ist es möglich, an jeder erforderlichen Stelle Tische herzustellen, die erschütterungsfreies Arbeiten gestatten und das vorhandene Licht und die übrigen Einrichtungen zweckmässig auszunutzen.

Nr. 7 ist das Sprechzimmer des Direktors; Nr. 8 das Arbeitszimmer des Privatassistenten. Zwischen beiden befindet sich im Korridor das Stadttelephon, während vom Sprechzimmer aus an die einzelnen Stellen des Instituts, sowie in die Wohnung des Direktors die Leitungen des Haustelephons geführt sind.

Die Zimmer Nr. 9 bis Nr. 15 sind einfenstrige Räume, die für solche Arbeiten vorgeschrittener Praktikanten dienen, die sich entweder im letzten Stadium vor dem Abschluss befinden, oder deren Beschaffenheit eine möglichst grosse Ungestörtheit verlangt. Nr. 9 und Nr. 10 sind noch einigermassen zu allgemeinerem Gebrauch bestimmt; das erstere ist ein photographisches Dunkelzimmer, das durch Herablassen eines aus Wachstuch gefertigten, in tiefen Rinnen laufenden leichten Rollladens vollständig verdunkelt werden kann. Es ist innen schwarz gestrichen und enthält die erforderlichen Einrichtungen, um photographische Arbeiten aller Art auszuführen; auch ist durch die Anbringung einer Doppelthür mit geräumigem Zwischenraum dafür gesorgt, dass man es betreten und verlassen kann, ohne dass die im Inneren verlaufenden Arbeiten durch Licht gestört werden.

Nr. 10 besitzt gleichfalls Verdunkelungseinrichtung; es dient für polarimetrische, spektroskopische und ähnliche optische Arbeiten und beherbergt deshalb die meisten optischen Apparate in den vorhandenen Schränken.

---

[1]) Die Einrichtung, die ich seit vier Jahren in dem älteren Laboratorium erprobt hatte, ist inzwischen in dem von Dr. Mond gestifteten Davy-Faraday-Laboratorium in London in ausgedehntester Weise benutzt worden und scheint sich auch dort gut zu bewähren.

Nr. 11 bis Nr. 15 haben fast übereinstimmende Einrichtung mit Schränken und mit Wandschienen für die Anbringung der laufenden Tische. Einige Zimmer enthalten ausserdem erschütterungsfreie Aufstellungen, andere Verdunkelungseinrichtungen, die meisten Abzüge. Bei normalem Betrieb sollen in jedem dieser Zimmer zwei Praktikanten untergebracht werden. Es ist dies im allgemeinen besser, als jedes Zimmer einzeln zu belegen, und zwar hängt dies mit einer Gewohnheit zusammen, deren Aufrechterhaltung mir von jeher als ein wesentlicher Punkt der Laboratoriumsleitung erschienen ist.

Es ist dies der Umstand, dass nicht die geringste Geheimniskrämerei mit dem Inhalt und dem Stand der Arbeiten getrieben wird, mit denen sich Direktor, Assistenten und Praktikanten beschäftigen. Ich lege im Gegenteil das grösste Gewicht darauf, dass für jede eben bearbeitete Aufgabe eine möglichst allgemeine Teilnahme erweckt wird. Zu diesem Zwecke findet regelmässig einmal wöchentlich eine Zusammenkunft aller mit eigenen Arbeiten beschäftigten, sowie der diesem Punkte nahe stehenden Praktikanten mit den Assistenten und dem Professor im grossen Hörsaale statt, in welcher in buntem Wechsel die künftigen, die laufenden und die eben vollendeten Arbeiten derart besprochen werden, dass je eine bestimmte Arbeit während einer Zusammenkunft erörtert wird. Stehen z. B. eben mehrere jüngere Praktikanten vor der Übernahme einer selbständigen Arbeit, so werden einige Stunden durch den Professor oder die Assistenten mit der Darlegung neuer Aufgaben und der Besprechung der Wege, die voraussichtlich zum Ziele führen werden, ausgefüllt. Die Kandidaten suchen sich dann unter diesen Dingen die aus, die sie sich am ehesten zu bearbeiten getrauen, oder deren Gegenstand sie am lebhaftesten anzieht. Sind die Arbeiten bis zu einer gewissen Entwicklungsstufe gediehen, so teilt der betreffende Praktikant in einer Sitzung seine bisherigen Ergebnisse mit, und es erfolgt eine gemeinsame Beratung, wie etwa aufgetretene Schwierigkeiten zu heben, „unerklärliche“ Ergebnisse zu verstehen und neue experimentelle Fragestellungen zu fassen sind. Fast immer ist das Ergebnis dieser Beratungen das Auftauchen neuer wissenschaftlicher Aufgaben, für die sich dann im Laufe der Zeit Kandidaten finden. Das gleiche pflegt zu erfolgen, wenn eine Arbeit abgeschlossen und im Zusammenhange vorgetragen wird; es liegt in der Natur der Sache, dass von dem gewonnenen neuen Standpunkte sich auch neue Ausblicke gewinnen lassen.

Der Gewinn aller Beteiligten an diesen Besprechungen ist sehr gross. Die jüngeren Teilnehmer werden auf die anschaulichste Weise in die Wege eingeführt, durch welche die Wissenschaft fortschreitet, die Mannig-

faltigkeit der Erörterungen, zu denen jede einzelne Aufgabe Anlass giebt, bildet eine ausgezeichnete Übung und Wiederholung sowohl in den Grundlagen der Wissenschaft, wie in den verschiedensten Einzelgebieten. Das, was der Schüler in der Vorlesung gehört, oder im Buche gelesen hat, gewinnt für ihn ein neues Leben, und einen ganz unvorhergesehenen Inhalt, wenn er es in seiner praktischen Anwendung auf bestimmte Aufgaben wiederfindet.

Nicht geringer ist der Gewinn für den Arbeitenden selbst. Durch die Notwendigkeit, das Erarbeitete ein- und das andere Mal für seine Zuhörer zusammenzufassen, wird er sich selbst viel klarer über seine Aufgabe; er entdeckt Lücken in der Durchführung, wird auf übersehene Fehler aufmerksam, erhält ein besseres Bild über die weiteren Wege — kurz, gewinnt einen neuen Impuls in einer Zeit, wo für viele gerade eine vorübergehende Erschlaffung und Mutlosigkeit einzutreten pflegt.

Auch für den Leiter der Arbeiten schliesslich handelt es sich um eine mehrfache Erleichterung und Förderung. Die eigentliche Unterrichtsarbeit dem einzelnen Praktikanten gegenüber wird geringer, da man auf breiterer Grundlage von Kenntnissen bauen kann. Der naheliegende Fehler, den Umfang und die wesentlichen Seiten einer laufenden Arbeit nicht vollständig zu übersehen, der beim gleichzeitigen Verfolg von vielen nebeneinander gehenden Untersuchungen nur zu leicht eintreten kann, wird vermieden, und schliesslich ist die zuweilen so kritische Frage nach geeigneten Themen bei solchem Betriebe keine Frage mehr; man gewinnt meist eine viel grössere Zahl von Aufgaben, als man Arbeitskräfte zu deren Erledigung hat.

Auch meine eigenen Arbeiten pflege ich sowohl im halb-, wie im ganz durchgeführten Zustande in diesen Zusammenkünften mitzuteilen.

Ich muss mir leider den Vorwurf machen, dass ich auf die systematische Durchführung der eben geschilderten Praxis erst seit verhältnismässig kurzer Zeit — seit drei oder vier Semestern — gekommen bin, denn nach den bisherigen Erfahrungen und nach der Freude, die sie allen Beteiligten macht, wäre sie auch früher eine erhebliche Bereicherung unseres Laboratoriumslebens gewesen. —

In dem Zimmer Nr. 16 ist die Werkstatt des Mechanikers untergebracht; das darauf folgende Zimmer ist gleichfalls eine Werkstatt, doch für die Benutzung durch die Praktikanten. Ich habe Gewicht darauf gelegt, auch die letztere zu haben, da es im allgemeinen nicht schwer ist, dem jungen Physikochemiker ein gewisses Mass von Interesse und Fertigkeit in der Handarbeit beizubringen und ihn in den

Stand zu setzen, bei Neukonstruktionen von Apparaten die ersten Versuche mit einem selbstgefertigten Modell zu machen.

So wichtig dies ist, so ist es doch nicht minder wichtig, dass der Mechaniker eine vollständig getrennte eigene Werkstatt hat, schon um sein Werkzeug in Ordnung und gegen die zerstörende Wirkung von Anfängerhänden geschützt zu halten.

Nr. 18 ist wieder ein grösserer Raum, in welchem ein Lindescher Apparat zur Luftverflüssigung nebst dem erforderlichen Elektromotor untergebracht ist. Der Raum soll ausserdem für eine Anzahl anderer Apparate dienen, welche den Aufwand grösserer elektrischer oder mechanischer Energiemengen beanspruchen. Er ist deshalb mit einem Anschluss an die städtische Zentrale für 50 Amp. bei 220 Volt, sowie sehr reichlicher Gas- und Wasserleitung ausgestattet.

Nr. 19 endlich ist ein kleiner Hörsaal mit der gewöhnlichen Einrichtung für physikalische und chemische Versuche; die Tische sind von solcher Beschaffenheit, dass auch seminaristische Übungen in physikochemischen Rechnungen u. dergl., bei denen die Teilnehmer schreiben müssen, abgehalten werden können.

Die übrigen Räume des Untergeschosses dienen als Hausmannswohnung.

In den verschiedenen Zimmern, wie auch in dem 2·7 m breiten, sehr geräumigen Korridor sind zahlreiche schwarze Wandtafeln mit Kreide- und Schwammbehälter und mit einem aufgemalten rechtwinkligen Koordinatensystem angebracht, die von den Lehrenden und Lernenden zum Zwecke von Demonstrationen und Diskussionen vielfach benutzt werden. Es gehört zu den Aufgaben des Laboratoriumsleiters, auch die private Erörterung wissenschaftlicher Fragen zwischen den Praktikanten hervorzurufen und zu fördern. Um zu Zeiten, wo die Wogen der wissenschaftlichen Kontroverse hoch gehen, eine Störung der bei der Arbeit Befindlichen durch die Diskutierenden zu vermeiden, sind insbesondere die Korridore mit Tafeln und mit Sitzgelegenheiten ausgestattet und sollen als Forum für derartige Verhandlungen dienen.

4. Die chemische Abteilung.

Die Anordnung der Räume im chemischen Obergeschoss entspricht, wie aus dem Plane II ersichtlich wird, im wesentlichen der im Untergeschoss. Südlich liegt wieder ein grosser Arbeitssaal für etwa vierzig analytische Praktikanten; die Anordnung der Tische ist die gleiche, wie im physikalischen Saale; ebenso ist ein achteckiger Abzug vorhanden, um Abdampfungen von Säuren u. dergl. vornehmen zu können. Die Arbeitsplätze sind in unabhängige Teile von 0·8 m Länge gesondert; je nach dem Platzanspruch und dem Fortschritte des Praktikanten werden zwei bis vier solcher Teile an einen Arbeiter abgegeben. Von der gewöhnlichen Anordnung abweichend ist kein Regal oder sonstiger Aufbau auf den Tischen vorhanden; diese sind vielmehr auf der Oberfläche vollkommen frei. Der Saal wird dadurch sehr leicht übersehbar, und das Arbeiten wird freier und behaglicher. Die Reagentienflaschen sind in je zwei hölzernen, schwarz lackierten Trägern untergebracht mit denen sie leicht von Ort zu Ort gebracht und nach dem Gebrauche im Schrank verschlossen werden können. Jeder Praktikant erhält einen solchen Satz, der die wichtigsten Reagentien enthält, zu seinem ausschliesslichen Gebrauch. Die in diesem Satz nicht enthaltenen, seltener benutzten Reagentien sind in einem besonderen, von allen Seiten leicht zugänglichen Gestell für den allgemeinen Gebrauch untergebracht.

Einige weitere Einrichtungen, die abweichend vom üblichen getroffen sind, mögen übergangen werden; sie sind zum Teil an anderer Stelle[1]) beschrieben.

Neben dem grossen Arbeitssaale liegt in Nr. 21 das Zimmer des Assistenten, in Nr. 22 das Wagezimmer, in welchem gleichzeitig eine kleine, wesentlich analytische Handbibliothek für den unmittelbaren Gebrauch untergebracht ist. Die Wagen stehen hier, wie überall im Institut, auf eichenen, an der Wand befestigten Platten, unter denen sich eine zweite schmalere Platte zum Abstellen der Exsikkatoren oder anderer beim Wägen gebrauchter Gegenstände befinden. Von der vielfach üblichen Verwendung von Schieferplatten für diesen Zweck habe ich abgesehen; die Aufstellung der Wagen auf Holz ist um nichts weniger zuverlässig, und der Stein ist wegen seiner Härte und Kälte viel weniger angenehm bei der Benutzung.

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chem. **31**, 180 (1892). Die dort beschriebenen Öfchen werden gegenwärtig mit einem Fünfstrahlbrenner und einem Schutzring für das Schlauchstück von Speckstein durch die Firma R. Kutscher, Leipzig, hergestellt und haben durch diese Abänderung sehr an Brauchbarkeit gewonnen.

Nr. 23 enthält den Schwefelwasserstoffraum, der mit einem allgemeinen Entwicklungsapparat von der bereits[1]) beschriebenen Einrichtung und den dazu gehörigen Kolbeschen Schränkchen ausgestattet ist. Der Entwicklungsapparat ist durch die Anbringung eines Manometers vervollkommnet, welcher aus einem engeren und einem sehr weiten Schenkel besteht; von dem letzteren führt eine Leitung in den Abzug der Kolbeschen Schränkchen. Man erlangt dadurch die Bequemlichkeit, dass man in jedem Augenblicke den Druck sehen kann, der im Apparate herrscht; bei sehr plötzlicher Entwicklung des Gases dient das Manometer gleichzeitig als Ventil, indem das in den engeren Schenkel eintretende Gas bei zu grossem Druck durch die Flüssigkeit des weiteren in Blasen entweicht und abgeleitet wird.

Um möglichst wenig Schwefelwasserstoff in den grossen Saal gelangen zu lassen, ist unter den Kolbeschen Schränkchen gleich eine Filtriervorrichtung angebracht. Eine Wasserluftpumpe ist unten luftdicht mit dem Wasserabzugsrohr verbunden, damit die von ihr beförderten Gase sich nicht der Luft beimischen können. Sie bringt eine Luftverdünnung in einer grossen, als Windkessel dienenden Flasche hervor, von der eine weite Glasrohrleitung mit angeschlossenen Glashähnen abgezweigt ist. An die Hähne sind kurze Gummischläuche geschoben, und Filtrierflaschen kleinsten Formats in der Gestalt grosser Probierröhren mit Seitenstutzen können mit diesen verbunden werden. Unmittelbar nach der Fällung wird der Niederschlag mittels dieser Vorrichtung filtriert und halbtrocken gesogen, wobei der grösste Teil des freien Schwefelwasserstoffs entfernt wird und später nur wenig in den Hauptraum getragen wird.

Nr. 24 ist das Verbrennungszimmer für organische Analysen; im gleichen Raume sind noch einige andere Apparate, wie Schüttelmaschine, Pressen u. s. w. untergebracht. Die Verbrennung geschieht mit käuflichem Sauerstoff, der vor dem Gebrauch in grosse kupferne Gasometer übergeführt wird, damit die etwas Aufmerksamkeit beanspruchende Behandlung der Feinstellhähne oder Reduzierventile nicht dem Anfänger überlassen zu werden braucht.

Nr. 25 ist ein mit Arbeitstischen in der Mitte und verschiebbaren Wandtischen (wie in der physikalischen Abteilung) ausgestatteter Raum, der als Unterrichtszimmer für einen in Aussicht genommenen neuen Zweig der chemischen Erziehung dienen soll. Es handelt sich um Kurse in der Ausführung von chemischen Schulversuchen für künftige Lehrer

---

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chem. a. a. O.

der Naturwissenschaften. Jeder, der Erfahrung über den Zustand dieses Unterrichtszweiges an vielen unserer Mittelschulen hat, wird zugestehen, dass hier eine Besserung wünschenswert ist.

In Nr. 26 finden sich die Einrichtungen zur Ausführung gröberer chemischer Arbeiten. Der Raum ist mit Asphaltfussboden und Ableitung versehen; die Tische besitzen eine reichliche Ausstattung mit Gas, Wasser und Elektrizität und sind teilweise, ebenso wie die sämtlichen Abzüge, mit Blei überzogen. In diesem Raume wird ein grosser Teil der präparativen Übungen in der organischen Chemie ausgeführt, deren Erledigung ich auch für die Physikochemiker als unerlässlich ansehe (S. 7).

Nr. 27 ist das Destillierzimmer, das hauptsächlich zur Herstellung und Aufbewahrung der Vorräte von destilliertem Wasser dient. Der dazu erforderliche Dampf wird der bereits erwähnten allgemeinen Leitung entnommen.

Die Räume 28 und 29 enthalten die Vorräte an Glas- und Porzellangerät u. s. w., sowie die Chemikalienvorräte für den Gebrauch der Praktikanten. Bezüglich des Gerätes ist mit der Firma Götze eine Vereinbarung getroffen, der zufolge die Studierenden die Sachen zu angemessenen Preisen erhalten und auch grössere Gegenstände leihweise entnehmen können. Ebenso vermittelt das Institut die bequeme Beschaffung besonderer, für spezielle Untersuchung erforderlicher Chemikalien.

Von der Vorratskammer geht ein Aufzug nach unten, der vom Korridor des Erdgeschosses aus zugänglich ist und mit einer Sprechrohrverbindung ausgestattet ist, so dass auch von unten aus Gegenstände verlangt und in Empfang genommen werden können.

Die Zimmer Nr. 30 bis 33 sind wieder als einzelne Arbeitsräume für selbständige Praktikanten, bez. für besondere Zwecke, wie Gasanalyse, thermochemische Messungen u. dergl. bestimmt. Sie sind hierfür noch nicht alle in Gebrauch genommen, indem zwei von ihnen vorläufig als Assistentenwohnung dienen.

Nr. 34 ist in seinem vorderen Teile als Kleiderraum für die Praktikanten des Obergeschosses eingerichtet. Der Hintergrund wird von zwei Brausebädern nebst Auskleideräumen eingenommen. Bei der hohen Temperatur, die sich namentlich im Sommersemester im chemischen Laboratorium ausbildet, und die hier seitens der Studierenden meist, wenn auch ziemlich erfolglos, mit Gose oder Weissbier bekämpft zu werden pflegt, wird diese Einrichtung, deren Benutzung jedem Praktikanten freisteht, hoffentlich bald regelmässig in Gebrauch kommen und etwas dazu beitragen, die ungünstigen Einflüsse auf die Gesundheit,

von denen die chemische Arbeit doch nicht ganz frei zu machen ist, einzuschränken.

Am Ende des nördlichen Flügels ist der grosse Hörsaal untergebracht. Er enthält 122 Sitzplätze und ist ausser durch die seitlichen Fenster noch durch ein Oberlicht beleuchtet. Der Zugang erfolgt über eine Treppe unmittelbar von draussen, so dass die Hörer nicht durch das Institut zu gehen brauchen. Dies ist ein wesentlicher Umstand für die Erhaltung von Reinlichkeit und Ordnung.

Wie aus dem Grundriss hervorgeht, ist der Hörsaal mehr breit als lang, worauf wohl zum Teil seine ausserordentlich günstige Akustik zurückzuführen ist. Die Fenster sind an den Seitenwänden, so dass weder der Vortragende, noch auch die Zuhörer ins Licht zu sehen brauchen. Die Plätze sind wie gewöhnlich in aufsteigenden Reihen angelegt; sie sind mit aufklappbaren Fourniersitzen in eisernem Gestelle ausgeführt; Gummipuffer an den erforderlichen Stellen sichern eine geräuschlose Handhabung.

Über die Einrichtung des Experimentiertisches ist besonderes nicht zu sagen; er ist reichlich mit Gas, Wasser und Elektrizität sowie mit einem Abzug für schädliche Gase versehen. Letzterer ist durch eine in der Tischebene liegende gelochte Kupferplatte verschlossen; im Gebrauchsfalle wird ein Cylinder oder Kasten aus Glas mit einer Gummidichtung darüber gesetzt, in welchem die Versuche ausgeführt werden.

Die Anlage für Projektion ist noch im Versuchsstadium; über sie wird gegebenenfalls später berichtet werden.

Der Hörsaal kann durch Herablassen von undurchsichtigen Wachstuchvorhängen, die in tiefen Falzen laufen, verdunkelt werden; auch für das Oberlicht ist eine ähnliche Einrichtung vorhanden.

Die verhältnismässig nicht grosse Zahl von Plätzen im Hörsaal ist dadurch bedingt, dass die allgemeinen Vorlesungen über Experimentalchemie von den anderen Kollegen übernommen worden sind, so dass im Institut ausschliesslich physikochemische Kollegien gelesen werden, für welche der Raum weitaus hinreichend ist.

Hinter dem Hörsaal befindet sich das Zimmer für den Dozenten, das künftig auch als Museum für historisch interessante Apparate dienen soll. Dann folgt ein Vorbereitungszimmer mit den erforderlichen Einrichtungen und schliesslich ein Sammlungszimmer für die Vorlesungsapparate und -präparate.

5. Allgemeines.

Die Heizung des ganzen Institutes wie der Amtswohnung erfolgt durch Dampf von geringem Druck, zu dessen Erzeugung im nördlichen Flügel vier Dampfkessel im Keller aufgestellt sind. Einer der Kessel dient gleichzeitig dazu, die Leitung für Gebrauchsdampf (Seite 11) zu speisen, welcher auch der Dampf für die Gewinnung des destillierten Wassers entnommen wird. Die in den Arbeitsräumen angebrachten Rippenkörper sind sämtlich mit tischförmigen Aufsätzen von durchlochtem Blech versehen, welche zur Aufnahme von Gegenständen dienen, welche erwärmt oder getrocknet werden sollen.

Die Kessel sind mit selbstthätiger Luftregulierung versehen, vermöge deren bei starkem Dampfverbrauch und demgemäss fallendem Drucke die Luftzufuhr vermehrt wird und umgekehrt; sie werden mit einem Gemisch von Koks und etwas Braunkohle geheizt, welches vollkommen rauchfrei zur Verbrennung gebracht wird.

Die Lüftung erfolgt durch Ab- und Zugangsstellen für verbrauchte und frische Luft, welche durch Registerklappen in den einzelnen Räumen zu bethätigen sind. Für gewöhnlich dient die Lüftung durch den natürlichen Zug des Lüftungsschlots; liegt aber das Bedürfnis nach stärkerem Luftwechsel vor, wie im chemischen Arbeitssaal an Winternachmittagen einzutreten pflegt, so helfen zwei durch Elektromotoren betriebene Ventilatoren nach, welche die draussen geschöpfte frische Luft durch Heizkammern in die Räume treiben. Der Versuch hat gezeigt, dass auf diese Weise auch grobe Luftverunreinigungen sich in kürzester Frist beseitigen lassen.

Für die Beleuchtung ist fast überall Gasglühlicht angewendet, welches wegen seines niedrigen Preises und seiner übrigen Vorzüge gewählt worden ist, und sich in der That sehr gut bewährt. Nur wo an einzelnen Stellen wegen selteneren und vorübergehenden Lichtgebrauches die bequemen Eigenschaften des elektrischen Glühlichtes sich darboten, ist dieses angewandt worden.

Der Hörsaal ist durch zwei elektrische Bogenlampen von 10 Ampère beleuchtet; ebenso dient eine solche Lampe von 12 Ampère für den Projektionsapparat.

Wegen des nicht unerheblichen Preisunterschiedes zwischen Leucht- und Heizgas sind zwei gesonderte Leitungen für beide Zwecke durch das ganze Institut geführt, die einzeln an die entsprechenden Zähler angeschlossen sind.

Die elektrische Anlage ist gegenüber den mannigfaltig wechselnden Bedürfnissen der Arbeit sehr einfach gehalten worden. Der Grund dazu ergab sich einmal daraus, dass auch durch eine relativ verwickelte Anlage allen Bedürfnissen gleichzeitig kaum zu genügen ist, wenn man sie nicht ausserordentlich gross und daher unzweckmässig gestaltet. Andererseits war der erzieherische Gesichtspunkt massgebend, die Arbeitenden zu veranlassen, ihre besonderen Bedürfnisse aus der allgemeinen Quelle je nach der Natur der Aufgabe befriedigen zu lernen.

Demgemäss dient als Hauptquelle der elektrischen Energie eine Hausleitung, welche 10 Volt Spannung hat, und somit für Kleinmotoren, für Elektrolysen, für kleine Glühlämpchen zur Ablesung an Messapparaten und ähnliche Anwendungen benutzt wird. Der Strom wird einer Batterie von 40 Pollakschen Akkumulatoren von je 40 Ampèrestunden Kapazität entnommen, welche in Gruppen von 8×5 Elementen auf die Leitung arbeitet, und somit 320 Ampèrestunden mit 10 Volt aus einer einmaligen Ladung hergeben kann. Dieser Betrag genügt vorläufig bei weitem, um den Bedarf eines Tages zu decken.

Zur Ladung sind die Pole der acht Fünfergruppen an einen Umschalter geführt, welcher sie hinter einander verbindet; mittels der Spannung von 110 Volt aus der städtischen Centrale kann dann die Ladung ohne erheblichen Energieverlust erfolgen. Sie wird während der Nacht bewerkstelligt, und ein Minimalausschalter trennt nach erfolgter Ladung und entsprechender Abnahme des Ladestromes die Batterie ab.

Um für die häufigen Fälle, dass der Strom auch über Nacht erforderlich ist, gerüstet zu sein, ist noch eine zweite Batterie von 40 Elementen vorgesehen. Sie besteht aus Elementen kleinsten Formates, die von der Berliner Akkumulatorenfabrik (früher Hammacher) geliefert sind, und je 5 Ampèrestunden Kapazität besitzen. Sie sind in ganz derselben Weise mit einem zweiten Kommutator verbunden, und die 40 Ampèrestunden, welche sie liefern, sind für den Betrieb der wenigen Motoren und Elektrolysen, welche über Nacht zu gehen haben, zur Zeit ganz ausreichend.

Die Anwendung der Anlage gestaltet sich derart, dass über Tag die kleine Batterie soweit erforderlich geladen wird, während die grosse arbeitet; am Abend wird die kleine Batterie auf die Hausleitung geschaltet und die grosse geladen.

Sollte später, was sehr wahrscheinlich ist, die Verwendung der elektrischen Energie sich so weit steigern, dass die Batterien nicht mehr ausreichen, so ist beabsichtigt, die jetzige grosse Batterie für den

Nachtdienst einzustellen, und für den Tag eine entsprechend grössere. Bei dem sehr geringen Preise der kleinen Akkumulatoren ist mit einer solchen Umwandlung kein erheblicher Verlust an Anlagekapital verbunden. Zudem finden auch bei der täglichen Arbeit noch einzelne solche Zellen für Messzwecke und in anderen Fällen, wo es auf Konstanz der Spannung ankommt, vielfache Anwendung.

Das Schaltbrett, welches die beiden Kommutatoren, den Ladewiderstand, den Selbstausschalter, sowie die Messinstrumente enthält, ist im unteren Korridor untergebracht. Durch passende Einrichtungen ist dafür gesorgt, dass die Messinstrumente für alle vorkommenden Zwecke geschaltet werden können; insbesondere können auch bei Betriebsstörungen die einzelnen Fünfergruppen der Akkumulatoren gesondert am Schaltbrett untersucht werden, um die Fehlerstelle ausfindig zu machen.

An den Abnahmestellen des Stromes, von denen für jeden Arbeitsplatz eine vorgesehen ist, sind die Pole durch rote und blaue Farbe gekennzeichnet. Die Klemmschrauben sitzen auf Isolatoren von Porzellan, welche gleichzeitig die Bleisicherungen tragen, welche die Leitung gegen Schädigungen durch Unerfahrene schützen.

Ausser der Hausleitung von 10 Volt ist noch eine Leitung im unmittelbaren Anschluss an die städtische Anlage vorhanden, welche Gleichstrom von der Spannung 110, bez. 220 Volt liefert. Da das Anschlusskabel bis 150 Ampère bei 220 Volt führen kann, so ist für ziemlich weitgehende Fälle gesorgt.

Diese Leitung ist gleichfalls durch das ganze Haus geführt, und die meisten Zimmer sind mit Anschlüssen versehen. Um auch unvorhergesehenen Bedürfnissen nachkommen zu können, sind sämtliche Zimmer mit den benachbarten und mit dem Korridor durch die Wand eingemauerte Röhren von 2·5 cm Weite verbunden, so dass Leitungen überall aus- und eingeführt werden können.

Der Strom von 110 Volt dient ausser zur Ladung der Akkumulatorenbatterie zur Zeit wesentlich zur Speisung der Bogenlampen im Auditorium, zum Betrieb der Ventilatoren und der Luftverflüssigungsmaschine.

Für die Verwaltung des Instituts sind ausser dem Direktor vier Assistenten vorhanden. Ein Mechaniker, zwei Diener, ein Heizer und eine Aufwärterin besorgen den täglichen Betriebsdienst. Dem Mechaniker liegt ausser der Neuherstellung und Ausbesserung von Apparaten die Assistenz bei den Vorlesungen ob. Diese Einrichtung ist der üblichen mit dem Vorlesungsassistenten weit vorzuziehen, da

der Mechaniker dauernd am Institut bleibt, während der Assistent nach wenigen Jahren fortzugehen pflegt, so dass immer wieder ein neuer eingeschult werden muss. Auch ist der Einfluss des Anhörens der Vorlesung auf die persönliche Entwicklung des Mechanikers nicht zu unterschätzen; dieser wird dadurch für seinen Beruf weit geeigneter. Eine noch wenig verbreitete, obwohl durch ein klassisches Beispiel (Berzelius) belegte Einrichtung ist die ständige Anstellung einer Aufwärterin für die Reinhaltung des Hauses. Sie hat nach einer vorgeschriebenen Reihenfolge sämtliche Räume des Instituts zu säubern, und ich hoffe dadurch den dem neuen Gebäude eigenen Anblick der Sauberkeit und Ordnung dauernd mit leichterer Mühe aufrecht erhalten zu können, als dies unter ausschliesslicher Verwendung männlicher Arbeitskräfte gelingen würde.

Die Einweihungsfeier des physikalisch-chemischen Instituts.

Am 3. Januar 1898 hatte um 11 Uhr sich zur Einweihungsfeier des neuen Instituts eine zahlreiche und glänzende Versammlung im grossen Hörsaale desselben zusammengefunden. Die Staatsregierung war durch Seine Excellenz, den königlichen Staatsminister Dr. von Seydewitz und Herrn Geheimen Rat Waentig, Referenten für Universitätssachen im Kultusministerium vertreten, die Universität durch den Rektor, Geh. R. Prof. Dr. Wachsmuth, die philosophische Fakultät durch den Prodekan Prof. Dr. Socin. Die physikalische Chemie war durch die Professoren und Dozenten Landolt (Berlin), Waage (Christiania), Wiedemann (Leipzig), van't Hoff (Charlottenburg), Arrhenius (Stockholm), Nernst (Göttingen), Beckmann (Leipzig), Le Blanc (Frankfurt), Elbs (Giessen), Walden (Riga), Küster (Breslau), Abegg (Göttingen) und zahlreiche jüngere Fachgenossen repräsentiert; die Nachbargebiete Physiologie, Physik und Chemie durch Engelmann (Berlin), Wislicenus (Leipzig), Pfeffer (Leipzig), Flechsig (Leipzig), Zincke (Marburg), Dorn (Halle), Knorr (Jena). Ausserdem hatten zahlreiche weitere Leipziger Kollegen, nicht nur aus der philosophischen Fakultät, und andere Vertreter des geistigen Leipzig ihrem Interesse an dem Ereignis durch ihr Erscheinen Ausdruck gegeben.

Professor Ostwald begrüsste die Versammlung mit folgender Ansprache:

Hochansehnliche Versammlung!

Der heutige Tag ist ein Tag der Freude und des Dankes. Der Freude über die glückliche Vollendung eines Werkes, von dem wir hoffen, dass es der Wissenschaft und unserer Universität gute Früchte tragen wird; des Dankes an alle die, durch deren Hilfe das Werk vollendet worden ist, und die ihre Teilnahme an diesem Ereignisse heute durch ihr Erscheinen bethätigt haben.

Wo es sich um die Vollendung eines guten und grossen Dinges in unserem Lande handelt, da wendet sich unser Blick unwiderstehlich in erster Linie auf den Herrscher, dessen weise und segensreiche Regierung unserer Hochschule, wie dem ganzen Lande das Gedeihen sichert. Es ist wahrlich eine Lust, einem solchen Herrn zu dienen, der jeder nutzbringenden Kraft ein Feld für ihre Bethätigung und jedem idealen Streben Raum zur Entwicklung gewährt, und der uns allen das unerreichte Vorbild der Pflichttreue und Arbeitsfreude ist. Seiner Majestät, unserem allergnädigsten König Albert gebühren auch für diesen neuen Beweis landesväterlicher Fürsorge die Erstlinge unseres Dankes.

Aber der Wille des Fürsten bedarf der verständnisvollen Ausführung und Beratung. So haben wir für die Vollendung des Werkes nicht minder der Königlichen Staatsregierung und den Ständen unseres Landes zu danken. Es ist wohl bekannt, in welchem grossen und freien Sinne beide Instanzen ihre Aufgabe, Wissenschaft und Kunst zu pflegen, auffassen; in der That arbeiten wir in unserem Lande unter Bedingungen, wie sie günstiger und förderlicher nicht gedacht werden können, und die mit Recht ein Gegenstand der Bewunderung auch ausserhalb unseres Landes sind. Auch dieses Haus ist ein neues Zeugnis dafür.

Insbesondere richtet sich dieser Dank auf Se. Excellenz, den Königlichen Staatsminister Dr. von Seydewitz. Das neue physikalisch-chemische Institut ist so recht eigentlich sein Werk, das er mit stetem Wohlwollen von seinen ersten Keimen an gepflegt hat. Darum ist es mir ein Bedürfnis gewesen, auch durch ein äusseres Zeichen dieses Verhältnis zum Ausdruck zu bringen; Se. Excellenz hat die Güte gehabt, die Widmung dieses Werkes anzunehmen, von dem ich hier ein Exemplar in vier Bänden vorlege. Es enthält eine Auswahl der Arbeitsergebnisse des weiland zweiten chemischen Laboratoriums, des Vorgängers des physikalisch-chemischen Instituts. Durch einen Zusammenfluss günstiger Umstände hat sich für die allgemeine Chemie im letzten Decennium ein ganz besonders fruchtbarer Arbeitsboden ergeben, und ein nicht unerheblicher Teil der Bewegung, welche in unserem Gebiete fördernd und umgestaltend in dieser Zeit stattgefunden hat, findet sich in diesen Arbeiten begründet oder ausgeführt. Wie ich bei Gelegenheit der Überreichung des ersten Exemplars an Se. Excellenz bereits ausgeführt habe: Früchte freudiger und begeisterter Arbeit sind es, die ihm dargebracht wurden, und es soll das unter ungünstigeren äusseren Verhältnissen gethane Werk uns allen ein steter Sporn sein, es mit den jetzigen, so viel vollkommeneren Mitteln womöglich zu übertreffen.

Ebenso möchte ich nicht unterlassen, denen meinen Dank auszusprechen, die durch ihre stete und unermüdliche Arbeit die Ausführung des Baues in so kurzer Zeit ermöglicht haben. Es ist dies einerseits die Bauleitung, das Königliche Rentamt. Unter der bewährten Verwaltung des Rentmeisters, Herrn Hofrats Gebhardt hat Herr Universitäts-Bauinspektor Mosch in den Plänen zum Institut und in deren Durchführung ein Werk geliefert, das ihm dauernd zur Ehre gereichen wird. Insbesondere ist es mir persönlich ein Bedürfnis, hervorzuheben, wie schnelles und bereitwilliges Verständnis ich stets für die oft schwierigen und verwickelten Aufgaben gefunden habe, welche sich aus der Verbindung der wissenschaftlichen und der baulichen Anforderungen ergeben. Ein Gegensatz zwischen beiden wurde nicht zugelassen, sondern jede Aufgabe so lange bearbeitet, bis beide zusammentrafen. Das günstige Ergebnis davon steht vor Ihren Augen.

Andererseits habe ich meinen Assistenten, den Herren Dr. J. Wagner, Dr. G. Bredig, Dr. R. Luther und Cand. W. Smith zu danken. Sie haben sich nicht nur thätig und fördernd beim Entwerfen des Planes und der Ausarbeitung der Einzelheiten beteiligt, sondern ihnen fiel auch die vielfach dornenreiche Aufgabe zu, die Ausführung der wissenschaftlichen Einrichtungen im einzelnen zu überwachen, und dafür Sorge zu tragen, dass den Absichten auch die Wirklichkeit entsprach. Ein grosser Teil der geistigen Arbeit, die in dem Neubau enthalten ist, kommt ihnen zu.

Von anderer Art ist der Dank, den ich den vielen Freunden und Gönnern auszusprechen habe, die durch ihr Erscheinen den Glanz des heutigen Tages erhöhen. Nicht nur die Vertreter der Universität und der Fakultät darf ich begrüssen, sondern insbesondere eine Anzahl der hervorragendsten Fachgenossen unseres Gebietes. Ihnen, meine jungen Freunde und Mitarbeiter, wird es eine unauslöschliche Erinnerung sein, zu wissen, dass die Männer, mit deren Gedanken und Arbeiten Sie in beständigem Verkehr leben, auch persönlich die Arbeitsstätte eingeweiht haben, an der Sie Ihre ersten Schritte in die Welt des Unbekannten versuchen, und an der Sie die Grundsteine für Ihre ganze spätere wissenschaftliche Existenz legen. Neben den Pionieren der Affinitätslehre, der Stöchiometrie, der Elektrochemie, die wir in Waage, Landolt und Wiedemann verehren, fehlen auch die nicht, deren Namen Sie häufiger als alle anderen nennen, van't Hoff und Arrhenius. Mir steigt eine Erinnerung auf, wie vor etwa zwölf Jahren Freund Arrhenius und ich am Ufer des Mälarsees auf- und abwanderten, und ohne viel Interesse für den schönen Sommertag uns die Zukunft

der physikalischen Chemie zu vergegenwärtigen suchten. Lieber Svante! Wir waren nicht eben anspruchslos in unseren Wünschen und Hoffnungen für die Entwicklung der physikalischen Chemie; und doch, wie viel schöner und reicher hat sie sich gestaltet, wie viel Fragen sind beantwortet, die wir damals noch nicht zu stellen wagten, und wie viele Fragen sind neu entstanden, denen wir jetzt mit gleichem Vertrauen auf ihre Lösung entgegengehen können.

Ferner kann ich Drei begrüssen, die dem alten Institut als Assistenten und Privatdozenten angehört haben, und welche nun hohe Stellungen in der Wissenschaft und Technik einnehmen: Nernst, Beckmann und Le Blanc. Es wird immer ein Stolz unserer Anstalt bleiben, dass diese Männer ihr angehört haben und als die unsrigen ihren hohen Flug begonnen haben.

Und so könnte ich noch viele nennen, die heute zu begrüssen mir eine Freude und Ehre ist, aber ich muss mich bescheiden. Nehmen Sie alle den herzlichsten Dank, und seien Sie versichert, dass Ihre Teilnahme für meine Mitarbeiter und mich mehr als den Eindruck eines vergänglichen Tages bedeutet: wir werden das Gefühl behalten, als arbeiteten wir unter Ihren Augen.

Dem neuen Institute aber wünsche ich vor allen Dingen eines: dass der Geist brüderlicher Offenheit und begeisterter Arbeitsfreude, der uns in dem alten so viele schöne und reiche Stunden gebracht hat, uns auch im neuen treu bleibe! Ohne diesen ethischen Inhalt bliebe unser Werk ein tönendes Erz und eine klingende Schelle!

Hierauf nahm Prof. Dr. Ernst Beckmann das Wort:

Hochansehnliche Festversammlung!

Die Assistenten und Schüler des Herrn Professor Ostwald aus seiner Leipziger Zeit, dem Decennium 1887—1897, haben den heutigen Tag der Einweihung des neuen Institutes nicht vorübergehen lassen wollen, ohne dem Meister den Tribut der Dankbarkeit und Verehrung darzubringen.

Jeder, welcher bei Professor Ostwald studiert und gearbeitet hat, erinnert sich des geheimnisvollen Zaubers, welcher von seiner Persönlichkeit ausgeht und selbst solche mit Interesse für die physikalische Chemie erfüllt, die ihr vorher gleichgültig, wenn nicht gar antipathisch gegenübergestanden haben.

Was man nicht weiss, das gerade macht einem heiss, sagt in Umkehrung eines bekannten Sprichwortes jeder, welcher sich den Natur-

wissenschaften aus Neigung zuwendet. Unerschöpflich aber ist die Zahl der Probleme, welche Ostwald auf Grund seiner umfangreichen, auf die Quellen zurückgehenden Studien und Erfahrungen nicht nur zur steten Verfügung hat, sondern für deren Lösung er auch die geeignetsten Mittel anzugeben weiss. Wenn man mit Ostwald eine halbe Stunde spricht, hat man für ein halbes Jahr Arbeit, so ungefähr hörte ich mehr als einen Fachgenossen sich äussern.

Aber nicht nur mit der führenden Macht seiner Gedanken hält Ostwald die Schüler an sich gefesselt, er hat auch ein Herz für seine Schüler. Mit einer ersichtlichen Freudigkeit leiht er jedem sein Ohr, und er greift überall gerne beratend und helfend in die Arbeiten ein.

So ist es gekommen, dass Professor Ostwald von zahlreichen Schülern begeistert verehrt wird und dass der Gedanke dieser Verehrung am heutigen Tage sichtbaren Ausdruck zu verleihen aller Orten die begeistertste Zustimmung gefunden hat.

Leider sind wir bis zum heutigen Tage nicht so weit fertig geworden, als dass wir alles, womit wir unsern verehrten Meister zu erfreuen wünschten, schon heute in der Vollendung überreichen könnten.

So wird dieser Hörsaal erst später, wie wir hoffen im Sinne Ostwalds, einen würdigen Schmuck in einer Anzahl Thonreliefs grosser Physiker und Chemiker erhalten. In Aussicht genommen sind die Bildnisse von Scheele, Berthollet, Berzelius, Faraday, Liebig und Bunsen.

Für das eigene Heim Ostwalds haben wir sein eigenes Bild bestimmt. Damit glauben wir gegen jede Kritik gesichert zu sein. Jedenfalls geschieht damit den Familienangehörigen des Herrn Professor Ostwald ein grosser, den Assistenten und Schülern ein womöglich noch grösserer Gefalle. Wir wollen unsern Ostwald so dargestellt und verewigt wissen, wie wir ihn als Lehrer und Meister kennen und lieben gelernt haben.

Ich enthülle Ihnen das Bild Professor Ostwalds in der Skizze — unübertrefflich lebensvoll geschaffen von der Meisterhand Professor Seffners, unseres grossen Leipziger Künstlers. Nur die Übertragung in edlen Marmor vermag den Reiz des Kunstwerks noch zu erhöhen.

Beim besten Willen ist es nicht möglich gewesen, Herrn Professor Ostwald mit dem Bild seiner selbst völlig zu überraschen, wir haben aber noch eine völlige Überraschung für ihn in petto, womit wir hoffen, uns sowohl bei unserem Herrn und Meister als auch bei der Familie in guter Erinnerung zu halten.

Sie sehen hier den Genius der neueren physikalisch-chemischen Wissenschaft, welcher geflügelt dahineilend und mit gespanntem Blick vorausschauend, sich angesichts des Meisters doch die Zeit nimmt, in sein — nicht ganz zufällig auf einer Säule der Ionier ruhendes — Buch der Geschichte mit ehernem Griffel den heutigen Zeitpunkt einzuschreiben, in welchem für die Leipziger physikalische Chemie mit einem neuen Institut eine neue Entwicklungsphase anhebt.

Möge die neue Zeit, die frühere fortsetzend, alle Gebiete der physikalischen Chemie in frischem Blühen und Gedeihen erhalten.

Mit den herzlichsten Glück- und Segenswünschen für das neue Institut bitte ich namens der Leipziger Assistenten und Schüler des verflossenen Decenniums unsern geliebten Lehrer und Meister, Herrn Professor Dr. W. Ostwald, unsere Gaben als Zeichen innigster Verehrung und bleibender Dankbarkeit entgegennehmen zu wollen.

Prof. Ostwald dankte mit bewegten Worten. Er führte aus, dass ihm die Unterrichtsthätigkeit in so hohem Masse Glück und Freude gebracht habe, dass es ihm fast als ein Unrecht erscheine, dafür noch Dank entgegennehmen zu sollen. Er fasse die reichen Gaben seiner Freunde und Arbeitsgenossen als ein Zeichen dafür auf, dass jene Empfindungen auch von ihnen bei der gemeinsamen Arbeit geteilt worden seien, und als eine Erinnerung an jene glückliche Gemeinschaft würden sie ihm für alle Zukunft eine Erquickung sein.

Dann wendete sich Prof. Ostwald zu einem wissenschaftlichen Vortrage über

Das Problem der Zeit.

Hochansehnliche Versammlung!

Obwohl wir uns am heutigen Tage hier vereinigt haben, die Feier eines wichtigen sachlichen Ereignisses für die Entwicklung der allgemeinen und physikalischen Chemie zu begehen, so hat doch inzwischen sich eine persönliche Wendung dabei geltend gemacht. Wenn ich mich durch diese Wendung auch auf das höchste geehrt und erfreut fühlen muss, so liegt mir doch daran, und ich bin sicher, dabei auch in Ihrem Sinne zu handeln, dass der allgemeine Charakter unserer Feier nicht verloren geht. Denn der heutige Tag verdankt seinen ganzen Inhalt den wissenschaftlichen Verhältnissen, die er zum Ausdruck gebracht hat, und wie könnte ich ihn würdiger feiern, als indem ich Sie bitte,

mit mir die Hallen der reinen Wissenschaft zu betreten, zu deren Pflege auch dieses Haus erbaut worden ist.

Da der heute versammelte Kreis, wie ich mit besonderem Danke hervorhebe, nicht ausschliesslich aus Vertretern meines engeren Wissensgebietes zusammengesetzt ist, so ist damit für den Gegenstand unserer Betrachtungen das Feld in ganz bestimmter Weise beschränkt. Die hierin liegende Schwierigkeit lässt sich überwinden, wenn auch nur auf einem Wege, der von allen möglichen wieder der schwierigste ist: indem ich mich den allgemeinsten Fragen meines besonderen Gebietes zuwende, kann ich hoffen, auch die Teilnahme weiterer Kreise in Anspruch nehmen zu dürfen.

Betrachtungen solchen allgemeinen Charakters sind heute auch in den messenden oder exakten Wissenschaften nicht so selten mehr, wie sie es noch vor einem Jahrzehnt waren. Nach der eben vorübergehenden Periode der Sonderung bis in das Einzelste beginnt eben die Wissenschaft überall sich darauf zu besinnen, dass gewisse Aufgaben, und zwar überaus wichtige, nur durch gemeinsame Arbeit gelöst werden können. Auf die Zeit der Vereinzelung und Spezialisierung folgt, wie ich das schon vor zehn Jahren gelegentlich meiner hiesigen Antrittsvorlesung hervorgehoben habe, mit Notwendigkeit eine Zeit, wo wieder das Gemeinsame der verschiedenen Gebiete in den Vordergrund tritt, und von allen Organismen ist vielleicht der der Wissenschaft am meisten mit der Gabe ausgestattet, durch den regelmässigen Entwicklungsvorgang schädliche und einseitige Wachstümer wieder zurückzubilden und die Gesundheit und das Gleichgewicht der Gesamtorganisation auf selbstregulatorischem Wege aufrecht zu erhalten.

Von solchem Gesichtspunkte werden Sie es nicht allzu gewagt finden, wenn ich hiermit versuche, aus dem Erfahrungsgebiet der allgemeinen Chemie einen Beitrag zur Lösung eines Problems beizubringen, dessen Behandlung bisher allein der abstrakten Philosophie zuzustehen schien: ich meine des Problems der Zeit.

Wir wissen, dass alles Geschehen zeitlich ist. Was ist nun mit diesem Worte gesagt?

Noch ein so grosser Geist, wie Newton, sah die Zeit als etwas objektiv bestehendes an, und seine Principia enthalten Auseinandersetzungen über den Unterschied zwischen der absoluten und der empirischen Zeit, von denen die zweite in der ersten enthalten sein sollte. Kant, der in vielen seiner Gedanken entscheidend durch Newton beeinflusst worden ist, hat gerade an diesem Punkte seinen grössten Fortschritt vollbracht, indem er die subjektive Beschaffenheit der Zeit (und des

Raumes) ausgesprochen hat. Er kam zu dem Ergebnisse, dass diese beiden Formen der Anschauung sind, die zwar vor aller Erfahrung gegeben, weil dem menschlichen Geiste angeboren seien, die aber erst an und in der Erfahrung zum Bewusstsein kommen und einen Inhalt gewinnen.

Es ist bekannt, und ich brauche es hier nicht darzulegen, dass dieser Gedanke Kants, der uns jetzt als seine grösste That erscheint, zunächst verhältnismässig geringen Einfluss äusserte. Für die Naturwissenschaften war er bis zur Mitte unseres Jahrhunderts so gut wie nicht vorhanden. Erst die Entwicklung der experimentellen Sinnesphysiologie hat hier den Umschwung hervorgerufen. Hier trat die subjektive Beschaffenheit der von den Sinnesapparaten überlieferten Eindrücke so unwiderstehlich zu Tage, dass der Kantische Gedanke sich entwickeln musste, und von hier aus hat er dann allmählich seinen Siegeslauf über die gesamten Naturwissenschaften angetreten.

Diese Entwicklung brachte freilich wieder mit Notwendigkeit mit sich, dass der Gedanke selbst in erheblichster Weise abgeändert wurde. Es liess sich Kants Ansicht über die von aller Erfahrung unabhängige, weil vor aller Erfahrung gegebene Beschaffenheit der Anschauungsformen nicht aufrecht erhalten. Erst schüchtern, dann immer energischer machten sich die Nachweise empirischer Bestandteile in der Raumanschauung geltend. Es ist bekannt, wie vielen Widerspruch Helmholtz mit seiner Behauptung erfuhr, dass auch die Geometrie in letzter Linie eine Erfahrungswissenschaft ist, die sich, kurz gesagt, von der Physik oder der Biologie nur durch die unverhältnismässig viel grössere Häufigkeit und Einfachheit der grundlegenden Erfahrungsthatsachen unterscheidet.

Wie so häufig, war hier das Problem zuerst von der schwierigeren Seite aus in Angriff genommen worden. Wenn empirische Elemente in den Raumbegriff eingehen, so muss dies auch von der Zeit erwartet werden können; bei dieser sind aber die Verhältnisse erheblich einfacher, und es erscheint daher leichter, hier zu gesicherten Ergebnissen zu gelangen. Diese Untersuchung ist es, für die ich Ihre Zeit in Anspruch nehmen möchte, da ich glaube, dass sich hier die Analyse etwas weiter führen lässt, als es bisher geschehen ist.

Um zunächst eine Vorstellung davon zu geben, was der Gegenstand der Untersuchung ist, möchte ich einen Gedanken des grossen Biologen Karl Ernst von Baer in meiner Weise ausführen. Wir schreiben der Zeit einen „an sich“ gleichförmigen Verlauf zu. Dies geschieht auf Grund der Thatsache, dass sie eigentlich mit einer doppelten Periode

behaftet ist, der des Tages und der des Jahres. Der Umstand, dass diese beiden objektiv gegebenen Perioden unabhängig voneinander verlaufen, hat uns die Erkenntnis vermittelt, dass diese Periodizität überhaupt nichts für die Zeit an sich wesentliches ist. Versetzen wir uns nun aber — da es sich um eine Veranschaulichung und nicht um einen Beweis handelt, dürfen wir es thun — in die Seele eines denkenden Maikäfers hinein. Dessen Zeit zählt nur nach Wochen, und für ihn gehört, da er gar keine gegenteiligen Erfahrungen machen kann, die Tagesperiode zu den untrennbaren Eigenschaften der Zeit. Wieder anders würde eine Eintagsfliege die Zeit auffassen: sie erscheint für diese nicht periodisch, sondern einseitig veränderlich, wenn sie sich bei ihrem Tode am Abend die Gesamtheit ihrer Erfahrungen vergegenwärtigt. Für ein Bakterium mit 15 Minuten Lebensdauer fällt gegebenen Falls auch diese Veränderlichkeit fort, und so könnten wir noch eine Anzahl weiterer Zeitbegriffe uns konstruieren, welche je nach den physiologischen Bedingungen des empfindenden Wesens ganz verschiedene Beschaffenheit besässen. Der Rückschluss ist offenbar: auch wir Menschen haben kein Recht, unseren Zeitbegriff für einen vollständigen oder feststehenden zu halten, sondern müssen seine Beeinflussung durch die physiologischen Bedingungen unserer Existenz zugeben.

Sind wir so weit, so werden wir alsbald nach den Bestandteilen unseres Zeitbegriffs fragen können; bevor wir indessen hierauf näher eingehen, möchte ich noch eine Vorfrage erledigen.

Als was haben wir die Zeit aufzufassen? Eine objektive Existenz in dem Masse, wie die der Erde, oder dieses Tisches können wir ihr nicht zuschreiben. Die Kantische Bezeichnung als einer Anschauungsform hat den Nachteil für uns, dass sie die Zeit neben dem Raume als isolierte Grösse hinstellt, deren Zusammenhang mit anderen nicht ersichtlich ist, und auch nach Kant nicht ersichtlich gemacht werden soll. Ich möchte den Standpunkt, den ich für den angemessensten halte, dadurch kennzeichnen, dass ich die Zeit als das allgemeinste Naturgesetz bezeichne. Naturgesetze nennen wir gewisse Erscheinungsanalogien, die sich bei einer grösseren oder geringeren Summe einzelner Thatsachen wiederfinden, und die uns somit gestatten, den Inhalt dieser Thatsachen zusammenzufassen und geistig zu beherrschen. Die Naturgesetze haben demgemäss die Eigentümlichkeit, dass sie die unendliche Mannigfaltigkeit der Möglichkeit auf den einzelnen Fall oder die einzelnen Fälle der Wirklichkeit zu reduzieren gestatten, oder mathematisch gesprochen, den Unendlichkeitsgrad der Möglichkeiten um eine oder mehrere Potenzen herabsetzen, und ihre Bedeutung ist um so

grösser, je zahlreicher und mannigfaltiger die Erscheinungen sind, auf welche diese Reduktion Anwendung findet.

Kann denn nun die Zeit in solchem Sinne ein Naturgesetz genannt werden? Das heisst: drückt der Zeitbegriff Beziehungen aus, die sich bei irgend welchen verschiedenen Erscheinungen wiederholen, und welche wir uns auch anders denken könnten? Die Antwort scheint mir durch die vorher angestellten Betrachtungen über die Gestaltung des Zeitbegriffs in verschiedenen Organismen bereits gegeben zu sein; sie muss bejahend lauten.

Wir wollen nun zur Analyse des Zeitbegriffes übergehen und seine Elemente zu isolieren versuchen. Was finden wir darin?

Zunächst die Stetigkeit. Wir haben alle die Empfindung, dass die Zeit regelmässig und ununterbrochen abläuft, dass es mit anderen Worten keine zeitlosen Anteile zwischen verschiedenen Zeitstücken giebt. Kaum eine Überzeugung sitzt fester in unserem Bewusstsein, und dennoch handelt es sich hier um eine Operation, die man in der Physik nicht immer ohne Bedenken ansieht, nämlich um eine Interpolation. Während des Schlafes und der anderen Zustände der Bewusstlosigkeit haben wir keine Zeitempfindung, und rein erfahrungsmässig müssten wir eine Unterbrechbarkeit der Zeit annehmen, wenn wir feststellen, dass nach dem Ablaufe eines solchen Zustandes unser Zeitbewusstsein wieder beginnt. Die Erfahrung, dass von uns unabhängige Vorgänge sich während dieses für uns zeitlosen Zwischenraums ungestört weiter abgespielt haben, veranlasst uns zu der Annahme, dass die erlebte Unterbrechung unserer Zeitempfindung nur eine scheinbare war, und dass thatsächlich die Zeit ununterbrochen verlaufen war. Wie bekannt, hat sich die Zweckmässigkeit dieser Annahme immer bewährt; wir haben keine Ursache, sie fallen zu lassen, müssen aber zugestehen, dass die Vorstellung von der Stetigkeit des Zeitverlaufes auf einem Induktionsschluss oder einer Übereinkunft mit nachfolgender erfahrungsmässiger Bestätigung ihrer Zweckmässigkeit beruht, und somit vor ähnlichen Schlüssen, wie sie zu den gewöhnlichen Naturgesetzen führen, nichts voraus hat.

Eine zweite Eigenschaft der Zeit ist ihre lineare Beschaffenheit. Dies Wort ist ein Bild, und soll besagen, dass die Zeit eine stetige Grösse von solcher Beschaffenheit ist, dass man von jedem bestimmten Werte nach einem anderen Werte nur auf eine Weise gelangen kann. Die Bezeichnung der Zeit als einer eindimensionalen Mannigfaltigkeit drückt dasselbe Verhältnis mittels des gleichen Bildes aus; die eben gegebene Definition scheint mir die voraussetzungsloseste zu sein.

Von dieser Eigenschaft der Zeit wüsste ich keine empirischen Ausnahmen, die durch Interpolation ergänzt werden, zu nennen.

Eine dritte Eigenschaft will ich die Eindeutigkeit der Zeit nennen. Es soll damit gesagt werden, dass die Zeit während ihres Verlaufes niemals auf einen Punkt oder Wert zurückgelangt, auf dem sie sich bereits einmal befunden hat. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Eigentümlichkeiten der Zeit von denen einer Linie, mit der sie nach anderer Seite Ähnlichkeit hat, denn eine Linie kann leicht so gezogen werden, dass ein Punkt mehrmals vorkommt, oder dass sie sich selbst schneidet; die Zeit schneidet sich selbst nie.

Bei diesem Gesetz handelt es sich gleichfalls, wie mir scheint, um eine Art Interpolation, und zwar in solchem Sinne, dass wir uns nicht immer der wesentlichen Verschiedenheit eines bestimmten Zeitgebietes von einem anderen bewusst sind. Sitzen wir beispielsweise am Ufer des Meeres und lassen das Schauspiel der heranbrandenden Wogen auf uns wirken, so beginnen wir bald die Fähigkeit zu verlieren, die einzelnen Fälle dieser sich regelmässig wiederholenden Erscheinung als individuell zu unterscheiden, und haben den Eindruck, als wiederhole sich die gleiche Zeiterscheinung immer wieder von neuem. Aus der Thatsache, dass andere Erscheinungen, die nicht periodisch sind, oder die eine wesentlich andere Periode haben, wie z. B. der Sonnenstand, während dieser Empfindungen sich stetig geändert haben, schliessen wir, dass es sich auch bei jenen wiederkehrenden Empfindungen um einen eindeutigen Verlauf in dem eben definierten Sinne gehandelt hat, und eine genauere Beobachtung lässt uns diese Deutung nicht nur als möglich, sondern als notwendig erkennen. Denn thatsächlich ist es möglich, in allen derartigen periodischen oder wiederkehrenden Erscheinungen individuelle Eigentümlichkeiten jedes einzelnen Falles nachzuweisen.

Viertens ist der Verlauf der Zeit einsinnig. Mit diesem Worte will ich die Thatsache bezeichnen, dass zwei Zeitpunkte nicht nur durch ihren Abstand unterschieden sind, sondern auch durch ihre Folge, derart, dass man den einen dieser Zeitpunkte als früher, den anderen als später bezeichnet. Dieses Verhältnis ist absolut, und man kann es nicht umwechseln, man kann auf keine Weise eine einmal gegebene Zeitfolge thatsächlich umkehren.

Was hiermit gemeint ist, wird vielleicht wieder an einem räumlichen Bilde deutlicher. Habe ich zwei Punkte, so kann ich für sie auch eindeutig einen bestimmten Abstand angeben, wie bei zwei Zeitpunkten; in den räumlichen Beziehungen liegt aber nichts, was mich zwingt, noch einen Unterschied der Reihenfolge zwischen den beiden Punkten anzu-

nehmen. Erst wenn ich noch einen dritten Punkt in die Betrachtung einbeziehe, kann ich einen solchen Unterschied angeben, indem im allgemeinen der eine näher an diesem ist, als der andere. Bei der Zeit ist aber der erwähnte Unterschied bereits vorhanden, wenn nur zwei Punkte gegeben sind, denn schon an zweien kann man ein Früher und Später unterscheiden.

Fragt man nach den Ursachen, durch welche wir der Zeit diese vier Eigenschaften zuzuteilen uns veranlasst sehen, so findet man sehr verschiedenartige Quellen. Die Stetigkeit ist eine sehr allgemeine Voraussetzung für unser Denkvermögen und hängt eng mit dem Ich-Begriff zusammen; wir wollen auf diesen Punkt nicht eingehen. Ebenso dürfte die lineare Beschaffenheit der Zeit auf psychophysische Quellen zurückführbar sein. Deshalb finden wir auch bei den weitgehendsten wissenschaftlichen Abstraktionen diese beiden Eigenschaften der Zeit immer gewahrt. Nicht so ist es mit den beiden anderen. Gerade in dem entwickeltsten, weil abstraktesten Gebiete der Physik, in der Mechanik, bedient man sich von jeher eines Zeitbegriffes, dem die beiden letzteren Eigenschaften nicht zukommen. Die Zeit der abstrakten oder reinen Mechanik ist eine gewöhnliche lineare Grösse; zwischen zwei Zeitpunkten giebt es nur einen messbaren Abstand, aber keinen sonstigen wesentlichen Unterschied, es kann jeder von ihnen beliebig als der frühere oder spätere gelten. Ebenso ist es ganz unwesentlich für die Mechanik, dass unsere empirische Zeit sich als eindeutig darstellt; in den periodischen Bewegungen haben wir Vorgänge, welche sich für verschiedene, äquidistante Zeitpunkte als vollkommen übereinstimmend darstellen, für die es also unendlich viele Werte der Zeit giebt, bei denen alle anderen Veränderlichen genau dieselben Werte annehmen, so dass dieser Zeit unendlich viele Überschneidungen in gleichen Abständen zukommen.

Unsere gewohnte Methode der Zeitmessung giebt uns eine gute Anschauung von dieser Art Zeit: an der Uhr wiederholen sich alle zwölf Stunden genau dieselben Stellungen, und wenn wir nur nach diesen urteilen wollten, so würden wir der Zeit kein stetiges Fortschreiten zuschreiben, sondern sagen, dass sie sich alle zwölf Stunden wiederholt. Das Gleiche gilt für die Weltenuhr, die Achsendrehung der Erde und ihren Umschwung um die Sonne: für jede dieser Bewegungen finden wir eine genaue Wiederholung, und wenn wir auch aus theoretischen Gründen annehmen, dass diese Bewegungen nicht ganz genau periodisch sind, so handelt es sich hier doch nur um Schlüsse, die an den thatsächlichen Beobachtungen noch keine unzweideutige Bestätigung erfahren haben.

Was eben dargelegt worden ist, gilt für die Bewegungen im Sinne der abstrakten Mechanik, und für die astronomischen Vorgänge, die solchen Vorgängen erfahrungsgemäss ganz nahe kommen. Alle irdischen Bewegungen zeigen dagegen einen charakteristischen einsinnigen Verlauf in der Zeit, und zwar in solchem Sinne, dass sie zuletzt immer abnehmen und aufhören. Für die irdischen Bewegungen giebt es also einen wesentlichen Unterschied zwischen Anfang und Ende, zwischen früher und später. Welcher neue Umstand tritt hier auf, der diesen Unterschied hervorbringt?

Nun, wir wissen alle, dass die Reibung jeden bewegten Körper schliesslich zur Ruhe kommen lässt. Auch in der Mechanik zeigt sich bei der Berücksichtigung der Reibung ein wesentlich neuer Umstand. Während in der abstrakten Mechanik, die auf die Reibung keine Rücksicht nimmt, die Zeit nur im Quadrat erscheint, und also in ihrer ersten Potenz beliebig positiv odor negativ angenommen werden kann, tritt mit der Reibung die Zeit in ungerader Potenz in den Gleichungen auf, und lässt einen wesentlichen Unterschied zwischen positiver und negativer Zeit, d. h. zwischen vorschreitender und rückwärts gerechneter Zeit erkennen.

Der hieraus zu ziehende Schluss, dass durch die Thatsache der Reibung unser Zeitbegriff den so überaus charakteristischen einsinnigen Inhalt bekommt, sieht einigermassen wunderlich aus. Man möchte einer so zufälligen Erscheinung, wie der Reibung, einen so fundamentalen Einfluss nicht zugestehen. In der That würde dieser Schluss, wenn auch nicht falsch, so doch unvollständig sein. Es sind noch andere Quellen für dies selbe Element des Zeitbegriffes vorhanden; sie gehören aber zu derselben Klasse von Erscheinungen wie die Reibung, und man bezeichnet sie allgemein als Dissipations- oder Zerstreuungsvorgänge. Hierzu gehört die Wärmeleitung, der elektrische Widerstand, die magnetische Hysteresis, die chemische Reaktionsgeschwindigkeit und noch manches andere[1]).

Alle diese Erscheinungen haben eine doppelte Beziehung zur Zeit. Einmal geben sie ihr den erwähnten einsinnigen Charakter; dann aber sind sie alle neue und unabhängige Quellen des Zeitbegriffes selber.

Vergegenwärtigen wir uns die oben erwähnten Mittel der Zeitmessung, so beruhen sie auf den Eigenschaften der Bewegungsenergie; sie sind ein Ergebnis der beiden Grundgesetze von der Erhaltung der

[1]) Die Grundlagen dieser Gedankenreihe sind in Gesprächen entstanden, welche ich mit Th. Des Coudres geführt habe, dem ein wesentlicher Anteil daran zukommt.

Energie und der Masse. Ausser den hierauf beruhenden Mitteln der Zeitmessung haben wir aber noch andere, die allerdings heute kaum mehr im Gebrauch sind, aber doch früher praktisch waren. So lesen wir, dass Karl der Grosse die Stunden der Nacht nach der Länge seiner brennenden Kerze mass; er machte also die (ganz berechtigte) Voraussetzung, dass in gleichen Zeiten gleiche Stücke der Kerze herunterbrennen würden. Dieser Vorgang hat gar nichts mit jenem kinetischen Mittel der Zeitmessung zu thun; vielmehr beruht Karls des Grossen Kerzenuhr auf dem chemischen Satze, dass unter konstanten Umständen die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion konstant bleibt, d. h. die hier chemisch gemessene Zeit der kinetisch gemessenen proportional ist.

Ebenso könnten wir auf jeden der anderen genannten dissipativen Vorgänge einen Zeitmesser gründen, wenn auch vielleicht auf manchen von ihnen nur schwierig. Jedesmal würde die so erhaltene Zeit der kinetischen proportional sein, daneben aber den wesentlichen Charakter der Einsinnigkeit besitzen. Diese Proportionalität wird durch eine Reihe wichtiger Naturgesetze ausgedrückt, unter denen das Ohmsche Gesetz der Elektrizitätsleitung eines der bestbekannten Beispiele ist.

In den dissipativen Vorgängen haben wir somit eine neue und wichtige Quelle des Zeitbegriffes, durch welche einige von ihren charakteristischsten Eigentümlichkeiten erst bedingt werden. Nennen wir diese Zeit im Gegensatze zur mechanischen Zeit die dissipative, so werden wir ausser dem Unterschiede, dass nur in der letzteren die Einsinnigkeit erscheint, noch einen zweiten wesentlichen Unterschied nachweisen können. Die mechanische Zeit ist ihrer Grösse nach einwertig; haben wir die in Betracht kommenden Elemente des Raumes, der Masse und der Energie bestimmt, so ergiebt sich für die Zeit ein ganz bestimmter Wert, unabhängig von der sonstigen Beschaffenheit der Masse. Diese Unabhängigkeit findet sich bei der dissipativen Zeit nicht wieder; jede Bestimmung der Zeit mittels eines solchen Vorganges ergiebt eine neue Einheit, die von der Beschaffenheit des zur Bestimmung dienenden Körpers abhängt. Um dies deutlicher zu machen, denken wir uns beispielsweise die Zeit durch die Menge eines elektrischen Stromes gemessen, der durch einen gegebenen Leiter fliesst. Wenn wir alle räumlichen Abmessungen des Leiters unverändert lassen, ihn aber seiner chemischen Natur nach ändern, so erhalten wir eine andere Strommenge; ersetzen wir einen kupfernen Draht durch einen ganz gleichgeformten aus Eisen, so wird alsbald die galvanisch gemessene Zeiteinheit rund achtmal grösser im Verhältnis zu einer anderweit gemessenen Zeit, weil wir sagen, dass das Eisen einen achtmal

grösseren Widerstand hat, als das Kupfer. Oder um auf unser früheres Beispiel zurückzukommen: wenn Karl der Grosse an Stelle seines Wachslichtes eines aus Stearin oder aus Paraffin benutzt hätte, so wäre auch bei ganz gleicher Form der Kerze seine Zeiteinheit eine andere geworden, und der chemische Einfluss auf die Zeitmessung wäre auch hier ersichtlich gewesen.

Man darf diese Erörterungen nicht als unwesentlich ansehen. Denn wenn Sie sich dessen erinnern, was über die Auffassung der Zeit durch verschieden organisierte Lebewesen gesagt worden war, so werden Sie im Lichte der jetzigen Betrachtungen dessen inne werden, dass jene grossen Unterschiede auf den eben betrachteten Umstand zurückzuführen sind: weil die chemischen Vorgänge, mit denen das Leben verknüpft ist, bei diesen verschiedenen Organismen mit wesentlich verschiedener Geschwindigkeit verlaufen, erhalten sie ein ganz verschiedenes individuelles (dissipatives) Zeitmass, demzufolge die entsprechende Zeit, gemessen an der als konstant angesehenen mechanischen Zeit von Fall zu Fall wesentlich verschieden erscheint.

Und nun, nachdem vielleicht mancher von Ihnen bereits ungeduldig gefragt hat, was denn diese Erörterungen mit der physikalischen Chemie zu thun haben, stehen wir mitten in ihr darin. Die Frage nach der Geschwindigkeit chemischer Vorgänge ist eine Hauptfrage dieser Disciplin, und wir sehen, dass ihre Beantwortung nicht nur ein Kapitel der Wissenschaft vervollständigen, sondern Licht auf die allerfundamentalsten Fragen der Psychologie und somit der Philosophie werfen wird.

Was nun die Gesetze anlangt, die für die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen gelten, so ist das grundlegende unter ihnen bereits vor mehr als hundert Jahren von dem sächsischen Chemiker Wenzel ausgesprochen worden. Es lautet dahin, dass unter sonst gleichen Umständen die Geschwindigkeit der Konzentration des wirkenden Stoffes proportional ist. Die spätere Forschung hat im wesentlichen die Aufgabe gehabt, die verschiedenen Anwendungsformen dieses Gesetzes zu ermitteln; es ist von der Erfahrung im weitesten Umfange bestätigt worden.

Als man indessen auf Grund dieses Gesetzes die Verhältnisse verschiedener chemischer Vorgänge genauer untersuchte, da ergab sich, dass neben der Natur der wirkenden Stoffe, ihrer Konzentration und der Temperatur, von welchen Grössen ihr Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit bekannt war, noch andere Umstände sich wirksam zeigten, deren Wirkungsweise von allen bekannten Verhältnissen verschieden war. Es wurde beobachtet, dass, wenn eine bestimmte Re-

aktion unter bestimmten Umständen mit bestimmter Geschwindigkeit vor sich ging, die Gegenwart ausserordentlich kleiner Mengen fremder Stoffe, d. h. solcher, die sich an der Reaktion nicht in ersichtlicher Weise beteiligen, dieses Tempo im höchsten Masse zu ändern vermag.

Daraus ergiebt sich eine ganz besondere Mannigfaltigkeit des Zeitmasses, wie es sich aus chemischen Vorgängen ableiten lässt. Während eine Wärme- oder Elektrizitätsleitung, eine Diffusion oder ein ähnlicher dissipativer Vorgang im allgemeinen durch die Gegenwart geringer Mengen fremder Stoffe nur in entsprechend geringem Grade beeinflusst wird, haben wir es hier mit ganz unverhältnismässig grossen Einflüssen zu thun, denen ausserdem noch ein ganz individueller Charakter zukommt. Denn ein Stoff, welcher das Zeitmass irgend einer bestimmten chemischen Reaktion in höchstem Masse beeinflusst, erweist sich oft anderen Reaktionen gegenüber als ganz unwirksam, und umgekehrt.

Die Thatsachen, welche dieser Darstellung zu Grunde liegen, sind zum Teil lange bekannt; der erstuntersuchte derartige Prozess, die Umwandlung der Stärke in Zucker durch Kochen mit verdünnten Säuren, der von Kirchhoff in Petersburg beobachtet worden ist, wurde vor mehr als hundert Jahren bekannt gemacht. Seitdem hat die Zahl ähnlicher Fälle sehr zugenommen. Auch zu ihrer wissenschaftlichen Bewältigung wurde bereits in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts durch Eilhard Mitscherlich und Jacob Berzelius ein Versuch gemacht. Doch fand dieser Versuch keinen Boden; es wurde zwar einiges Wichtige dieser Erscheinungsgruppe hervorgehoben und durch den Namen der katalytischen Erscheinungen zusammengefasst, doch fehlte es an der sachgemässen Auffassung dieser Erscheinungen als Änderungen der Reaktionsgeschwindigkeit. Dieser letzte Schritt ist erst vor wenigen Jahren gethan worden, und ich stehe nicht an, ihn als den Anfang für die systematische Bearbeitung des ganzen grossen und wichtigen Gebietes zu bezeichnen.

Um Ihnen die Thatsachen, die wir erörtern, anschaulich zu machen, habe ich einige Versuche vorbereitet, die Ihnen den Einfluss solcher katalytischer Beschleuniger und Verzögerer vor Augen führen.

Hier habe ich eine verdünnte (etwa $^1/_{100}$-norm.) Lösung von Jodkalium, die mit einer äquivalenten Menge Kaliumbromat und Essigsäure versetzt wird. Aus einem solchen Gemisch scheidet sich freies Jod, das durch etwas Stärke sichtbar gemacht wird, nur sehr langsam ab, so dass es, nachdem die beginnende Bläuung durch eine Spur einer ebenso verdünnten Lösung von Natriumthiosulfat beseitigt ist, mehrere

Minuten lang farblos bleibt. Setzt man nun einen an einem Glasstabe hängenden Tropfen verdünnter Kaliumbichromatlösung zu, so bläut sich die Flüssigkeit in wenigen Augenblicken. Das ist nicht etwa eine Oxydationswirkung des Bichromats; denn nehmen wir die blaue Farbe der Jodstärke durch etwas Natriumthiosulfat weg, so lässt sich an der blassgelben Farbe der Lösung erkennen, dass das Kaliumbichromat gar nicht reduziert worden ist, sondern sich unverändert erhalten hat.

Noch auffälliger wird der Versuch, wenn wir eine Spur Eisenvitriollösung zufügen. Dieser Stoff kann gar nicht oxydierend wirken, er ist im Gegenteil ein kräftiges Reduktionsmittel, und dennoch beschleunigt er gleichfalls in kleinsten Mengen den Vorgang. Die Jodkalium-Bromatlösung färbt sich wieder in wenigen Augenblicken nach dem Umrühren mit einem in Eisenvitriollösung getauchten Glasstabe tiefblau.

Lernen wir hier Beschleunigungen durch kleinste Mengen zugesetzter Stoffe kennen, so können wir in anderen Fällen Verzögerungen hervorrufen. Eine verdünnte Lösung von Natriumthiosulfat wird, wie bekannt, auf Zusatz von Säuren nicht sofort trübe, sondern erst nach einiger Zeit. Setzt man zu einer von zwei gleichen Proben einer derartigen Lösung etwas schweflige Säure, so tritt die Trübung hier erst viel später ein. Allerdings handelt es sich in diesem Falle wahrscheinlich nicht um eine Katalyse im eigentlichen Sinne, sondern um eine Folge des Massenwirkungsgesetzes, doch sind andere, zur Demonstration allerdings weniger geeignete Vorgänge bekannt, welche unzweifelhafte Verzögerungskatalysen darstellen.

Wir haben somit in den Katalysatoren ein Mittel, das Zeitmass chemischer Vorgänge mittels eines Minimums fremder Stoffe, theoretisch gesprochen ohne jeden Arbeitsaufwand, um das tausend- und millionenfache zu beschleunigen oder zu verzögern. Was ein solches Mittel für den Organismus bedeutet, dessen gesamte Thätigkeit wesentlich auf der Regelung des Ablaufes gleichzeitiger Vorgänge beruht, kann ich hier nicht auszuführen versuchen. Ich möchte nur meine Überzeugung dahin aussprechen, dass man die Wichtigkeit dieser Dinge für das organische Leben kaum überschätzen kann, wenn man sie auch noch so hoch anschlägt.

Aber es wird die Bedeutung des Gebietes vielleicht noch anschaulicher zeichnen, wenn ich Ihnen seine technische Anwendung nahelege. Um bei mechanischen Maschinen Geschwindigkeit zu gewinnen, muss man immer eine entsprechend grössere Arbeit aufwenden: ein Schnellzug verbraucht viel mehr Kohlen, als ein gleich schwerer Lastzug, der dieselbe

Strecke, nur mit geringerer Geschwindigkeit fährt. Ebenso verhält es sich mit anderen Formen der Arbeit; eine galvanische Kette wird um so vorteilhafter arbeiten, je geringer die Stromstärke ist, d. h. je langsamer man ihr die Arbeit entnimmt; will man in derselben Zeit mehr leisten, so muss man nicht nur entsprechend mehr Arbeit aus der Kette entnehmen, sondern sie muss darüber noch ein Plus liefern, welches nicht in Arbeit übergeht, sondern nur zur Überwindung des Widerstandes dient. Es wachsen mit anderen Worten die Widerstandsverluste bedeutend schneller in derselben Zeit, als die erhaltenen Arbeiten.

Wir müssen also in den anderen Gebieten der Technik Geschwindigkeit durch Energievernutzung erkaufen. Nur bei chemischen Vorgängen kommen wir um diese Notwendigkeit herum; hier genügt der Zusatz eines Katalysators, der durch den Vorgang selbst nicht verbraucht wird, um die Geschwindigkeit in weitgehendster Weise zu erhöhen. Hier bekommen wir also die wegen der Kapitalverzinsung so wesentliche Geschwindigkeit der technischen Prozesse geschenkt. Um zu sehen, was eine derartige Möglichkeit in der Technik für eine Bedeutung hat, braucht man sich nur zu denken, dass eine Fabrik ohne wesentlichen Mehraufwand an Maschinen oder Apparaten ihre Produktion vervielfachen, oder dass ein Eisenbahnzug mit derselben Kohlenmenge die mehrfache Geschwindigkeit erreichen könnte. Das würde ebenso wirken, wie die Anwendung eines passenden Katalysators auf einen chemischen Betrieb thatsächlich wirken kann.

Es ist bemerkenswert genug, dass die Technik sich unbewusst seit längerer Zeit dieses Hilfsmittels bedient. Die wesentlichsten chemischen Gewerbe, vor allem Backen und Brauen, sodann aber auch die Schwefelsäurefabrikation, viele Gebiete der Färberei, Bleicherei und andere machen von katalytischen Vorgängen ausgedehnten Gebrauch. Nur geschieht dies zur Zeit bloss empirisch und häufig ohne alles Bewusstsein von der besonderen Rolle der Katalysatoren. Doch hat gerade in letzter Zeit auch die bewusste Anwendung katalytischer Vorgänge in der Technik begonnen, und zwar infolge von Anregungen, die aus den wissenschaftlichen Arbeiten unseres physikalisch-chemischen Instituts hervorgegangen sind.

So werden Sie es verstehen, dass ich zur Zeit das Gebiet der katalytischen Erscheinungen für das halte, in welchem uns der nächste wesentliche Fortschritt der allgemeinen Chemie bevorsteht. Welche Gestalt dieser Fortschritt annehmen wird, lässt sich ungefähr absehen, doch muss ich mir versagen, dies ausführlicher darzulegen; ebenso-

wenig darf ich von den im Gange befindlichen Versuchen reden, in das Gebiet messend einzudringen. Aber ich hoffe doch, Ihnen, den engen Zusammenhang näher gebracht zu haben, den die scheinbar verschiedenartigsten Fragen miteinander haben. Gerade die physikalische Chemie ist berufen, solche Zusammenhänge aufzudecken und zu verfolgen, und so sehen wir, dass diese neue Disziplin, weit entfernt, die vielbeklagte Zersplitterung der Wissenschaft noch weiter zu vermehren, gerade ein überaus wirksamer Faktor für ihre endliche Wiedervereinigung ist. In solchem Sinne habe ich versucht, das alte Institut zu leiten, und ich bin sicher, Ihre Billigung zu erfahren, wenn ich auch für das neue den gleichen Gesichtspunkt festhalte.

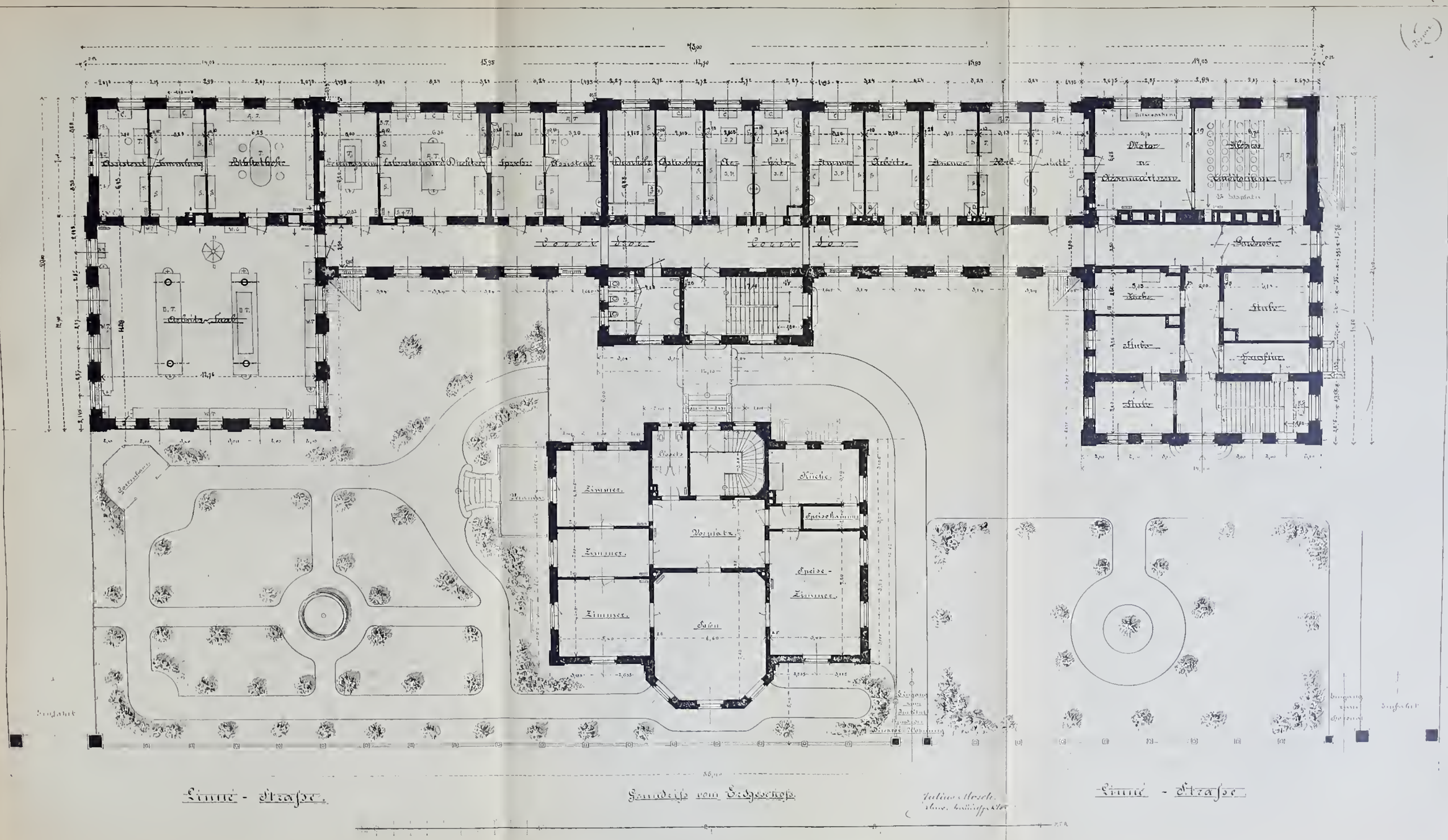
An den Redeakt schloss sich eine Besichtigung des Instituts unter Führung des Direktors und der Assistenten. Am Nachmittage vereinigte ein Festessen die Teilnehmer, am Abend fand ein von den Praktikanten gegebener Kommers statt. Ernste und heitere Reden belebten das Zusammensein, und manches hier gesprochene gedankenreiche und empfindungstiefe Wort hat sich den Hörern unvergesslich eingeprägt.

Zeichenerklärung zu den Tafeln I und II.

W. T.	Wandtisch	*D.*	Digestorium
D. T.	Doppeltisch	*W. C.*	Wagekonsol
A. T.	Arbeitstisch	*C.*	Bewegliches Konsol
T.	Tisch	*R.*	Regal
B. T.	Blasetisch	*S. T.*	Spültrog
S.	Schrank	*I. P.*	Isolierter Pfeiler.

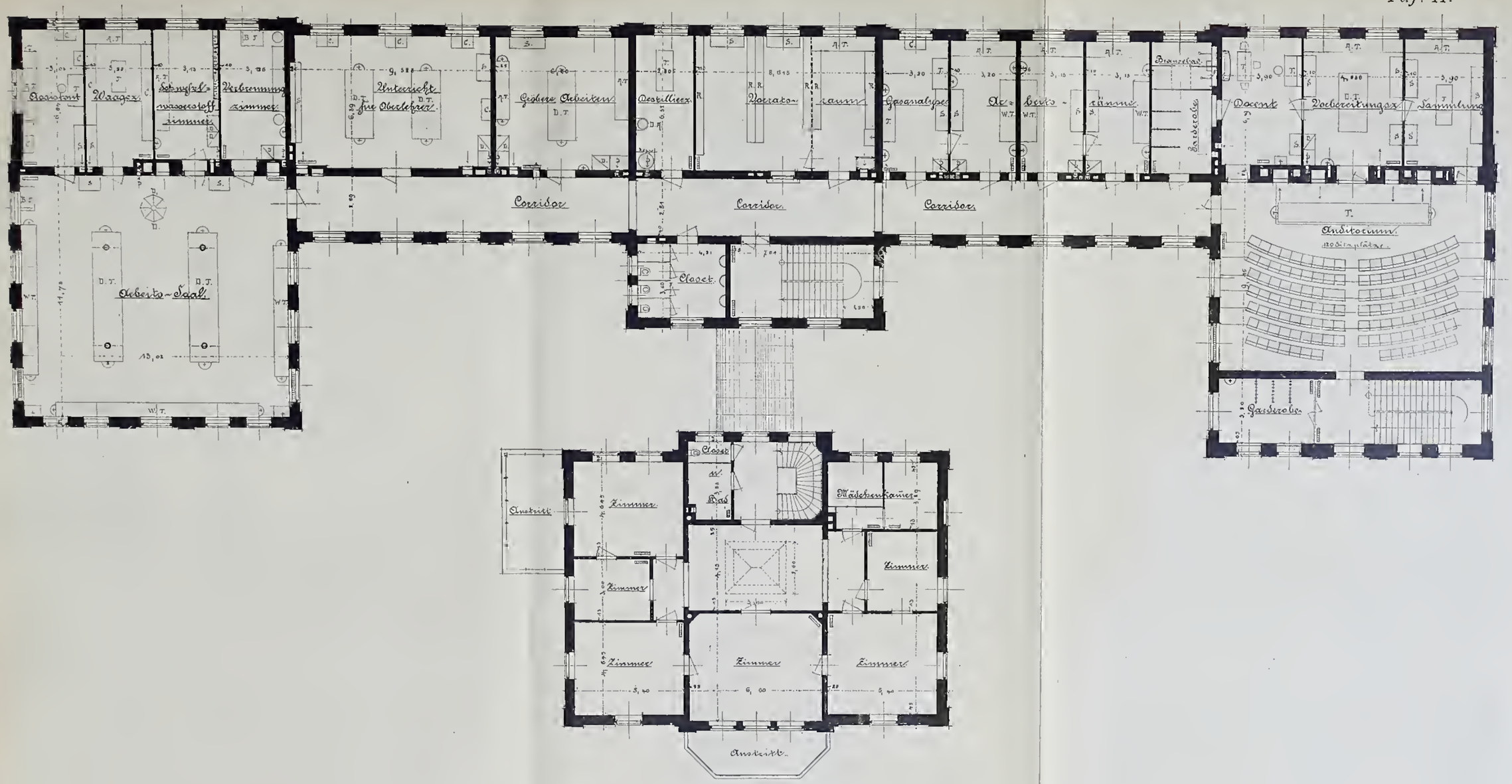
Die Wasserbecken sind durch Halbkreise mit Kreuzen, die Heizkörper durch gerippte Rechtecke gekennzeichnet.

Druck von Pöschel & Trepte in Leipzig.



Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND
29 AP 98
LIBRARY



Grundriß vom Obergeschoß.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND
29 AP 98
LIBRARY